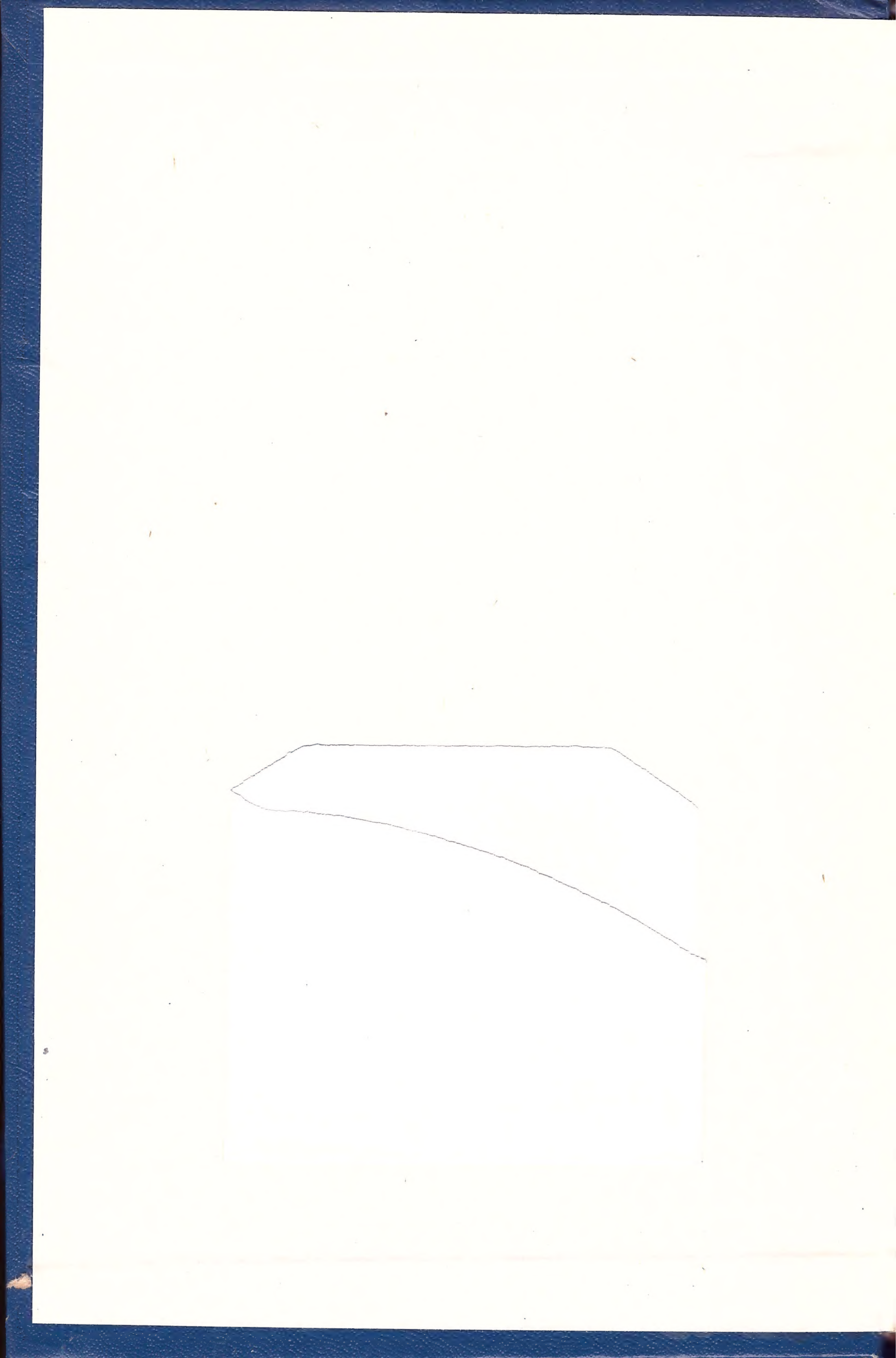
С.М. Пеленов, С.С. Косенко

УСТРОЙСТВО, ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ междугородных телефонных станций

ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ





С. М. Пеленов, С. С. Косенко

УСТРОЙСТВО, ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ

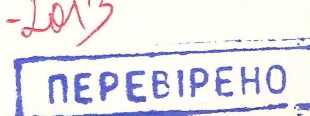
междугородных телефонных станций

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ
И ДОПОЛНЕННОЕ

Одобрено Ученым советом
Государственного комитета СССР
по профессионально-техническому
образованию в качестве учебника
для средних профессионально-технических
училищ



МОСКВА
«ВЫСШАЯ ШКОЛА»
1987



ББК 32.884.1
П24
УДК 621.395.72

Рецензент инж. В. П. Семчурин (Московский территориальный центр управления междугородными и международными связями)

Пеленов С. М., Косенко С. С.

П24 Устройство, эксплуатационно-техническое обслуживание и ремонт междугородных телефонных станций: Учеб. для сред. ПТУ. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 1987. — 312 с.: ил.

В книге изложены основы построения междугородной телефонной сети связи, устройство и принцип действия телефонных аппаратов, междугородных телефонных станций, аппаратуры систем передачи по кабельным и воздушным линиям. Приведены правила технической эксплуатации устройств связи, безопасности и охраны труда.

Во втором издании (1-е — в 1982 г.) описаны новые АМТС типа ARM-20, «Кварц», «Метаконта 10С» и построение систем с импульсно-кодовой модуляцией.

Учебник может быть полезен при подготовке рабочих на производстве.

П $\frac{2402040000—075}{052(01)—87}$ 52—87 ББК 32.884.1 6Ф1.2

Учебное издание

Станислав Михайлович Пеленов,
Станислав Сильвестрович Косенко

УСТРОЙСТВО, ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ МЕЖДУГОРОДНЫХ ТЕЛЕФОННЫХ СТАНЦИЙ

Зав. редакцией С. В. Никитина. Редактор Н. Н. Антонова. Мл. редактор Г. П. Каневская. Художественный редактор Е. Д. Косырева. Технический редактор Э. М. Чижевский. Корректор Р. К. Косинова

ИБ № 6404

Изд. № ЭГ — 128. Сдано в набор 22.09.86. Подп. в печать 22.12.86. Формат 60×90¹/₁₆. Бум. тип. № 1. Гарнитура литературная. Печать высокая. Объем 19,5 усл. печ. л. Усл. кр.-отт. 19,5. Уч.-изд. л. 22,21. Тираж 25 000 экз. Зак. № 587. Цена 85 коп.

Москва, К-51, Неглинная ул., д. 29/14. Издательство «Высшая школа»

Московская типография № 8 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли,
101898, Москва, Центр, Хохловский пер., 7.



ПРЕДИСЛОВИЕ

Коммунистическая партия и Советское правительство уделяют большое внимание подготовке рабочих кадров. Примером этой заботы является постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 11 мая 1984 года «О дальнейшем развитии системы профессионально-технического образования и повышении ее роли в подготовке квалифицированных рабочих кадров». В принятом постановлении в соответствии с Основными направлениями реформы общеобразовательной и профессиональной школы указано, что необходимо обеспечить дальнейшее развитие и совершенствование системы профессионально-технического образования как основной формы планомерной подготовки квалифицированных рабочих кадров, повысить ее роль в осуществлении перехода ко всеобщему профессионально-техническому обучению молодежи.

Прогресс современного общества невозможен без средств связи, способных передавать возрастающую с каждым годом информацию. Именно поэтому развитию средств связи уделяется большое внимание. В нашей стране используются различные виды электрической связи — телефонная и телеграфная, радио и телевидение, передача данных для электронных вычислительных машин.

Создание развитой сети электросвязи, объединяющей все отрасли народного хозяйства, является важным фактором экономии общественного времени, повышения производительности труда. Еще в первые годы существования Советского государства В. И. Ленин указывал, что крупное производство, машины, железные дороги и телефон позволяют сократить вчетверо рабочее время организованных рабочих, обеспечивая большее благосостояние.

Высокий уровень развития средств связи, их бесперебойная работа во многом определяются квалификацией обслуживающего персонала — электромехаников и электромонтеров связи, для подготовки которых в средних профессионально-технических училищах предназначена данная книга.

Главы I—IV и XIV—XVI книги написаны инж. С. М. Пеленовым, а введение, главы V—XIII и заключение — канд. техн. наук С. С. Косенко.

Авторы выражают благодарность канд. техн. наук, доц. З. С. Кохановой и главному инженеру Московского территориального центра управления междугородными и международными связями В. П. Семчурину за полезные советы и рекомендации, высказанные ими при рецензировании рукописи.

Авторы

ВВЕДЕНИЕ

Телефонная связь является основным видом связи по объему передаваемой информации. Телефонная сеть страны — это совокупность местных (городских и сельских) телефонных сетей, объединяемых в масштабе области или края в зоновые сети, которые с помощью междугородных линий и коммутационных узлов образуют единую сеть связи.

История развития телефонной связи начинается с открытия американского инженера А. Г. Белла, который в 1876 г. изобрел устройство для передачи речи на расстояние с помощью электрических сигналов. Существенный вклад в дело улучшения конструкции телефонных аппаратов и повышения дальности связи внесли русские инженеры. Так, П. М. Голубицкий в 1883 г. разработал и получил патент на усовершенствованный микрофон с угольным порошком и многополюсный телефон, а также предложил способ питания микрофонных цепей от центральной батареи. Г. Г. Игнатьев впервые использовал конденсатор для разделения цепей постоянного и переменного тока.

Первая телефонная станция была открыта в 1878 г. в Нью-Хевене (США), а в 1880—1882 гг. были построены телефонные станции в Петербурге, Москве, Риге, Одессе и других городах России.

Уже в первые годы развития телефонной связи русские инженеры уделяют много внимания автоматизации процесса соединения телефонных аппаратов. В 1887 г. К. А. Мосцицкий разработал АТС небольшой емкости, а в 1893 г. М. Ф. Фрейденберг построил макет АТС с шаговыми искателями. В 1895 г. он же патентует идею применения предыскателей, а в 1896 г. создает машинный искатель. В 1920—1930 гг. машинные АТС получили широкое распространение в таких странах, как США, Франция, Бельгия, Швеция и СССР.

В 1923 г. для реконструируемой Петроградской междугородной телефонной станции были выпущены первые отечественные междугородные коммутаторы к телефонным станциям ручного обслуживания.

Бурное развитие автоматизации междугородной телефонной связи, а также замена ручного способа коммутации полуавтоматическим и автоматическим начались в 50-х годах. Тогда для областных сетей была разработана аппаратура полуавтоматической телефонной связи АМСО-60-У, а для междугородных телефонных станций большей емкости (до 3000 каналов) — АМТС-2. Кроме того, начался выпуск междугородных телефонных станций средней емкости АМТС-3 (до 1000 каналов), предназначенных для развития существующих шнуровых МТС при организации полуавтоматической и автоматической связи. В 70—80-е годы создано оборудование новых координатных станций с электронным управлением и узлов

автоматической коммутации (УАК) и начат выпуск современных квазиэлектронных АМТС, УАК и АТС сельской и городской связи. На сети междугородной связи эксплуатируются АМТС типа «Кварц» отечественного производства, МТ-10С, МТ-20С французского и ARM-20, АХЕ-10 югославского производства.

Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года намечены перспективы дальнейшего развития средств связи страны. В эти годы будут ускоренно развиваться услуги связи и технические средства информации. Увеличится в 1,6—1,7 раза объем услуг телефонной связи, оказываемых населению, и в 2,5—3 раза — количество междугородных телефонов-автоматов, повысится до 70% уровень автоматизации междугородной телефонной связи. Кроме того, увеличится на 26—28% объем услуг связи, продолжится развитие и повышение надежности работы единой автоматизированной сети связи на базе новейших достижений науки и техники.

В настоящее время междугородная телефонная связь развивается высокими темпами. Возрастают количество и протяженность телефонных каналов, внедряются более совершенные системы многоканальной передачи, автоматизируются процессы установления соединений, вводится в эксплуатацию современное коммутационное оборудование.

ГЛАВА I

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМАХ ПОСТРОЕНИЯ СЕТЕЙ СВЯЗИ

§ 1. СИСТЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ СЕТЕЙ СВЯЗИ

По мере развития науки и техники потребность в различных сетях связи все время возрастает. При этом следует учесть, что сети связи должны создаваться и развиваться в рамках единой системы, на базе стандартных каналов и оборудования с учетом общегосударственных интересов.

В СССР существует Единая автоматизированная система связи (ЕАСС) с использованием кабельных, воздушных, радиорелейных, спутниковых и других магистралей связи. ЕАСС — это система электросвязи, которая представляет собой комплекс взаимодействующих по определенному принципу технических средств связи, образующих первичную сеть типовых каналов передачи и типовых групповых трактов.

Типовым каналом передачи первичной сети ЕАСС называется канал, параметры которого нормализованы. Например, канал тональной частоты первичной сети ЕАСС имеет эффективно передаваемую полосу частот 300—3400 Гц, канал передачи сигналов изображения телевидения — полосу до 6000 кГц.

Типовой групповой тракт обеспечивает передачу группы каналов первичной сети ЕАСС и также характеризуется нормализованными параметрами.

ЕАСС, организационно и технически объединяющая в единый комплекс общегосударственную и ведомственные сети связи страны, обеспечивает передачу всех видов информации, позволяет в результате взаимодействия всех средств электросвязи улучшить их использование, увеличить объемы передаваемой информации.

На основе первичной строятся вторичные сети, предназначенные для удовлетворения потребностей предприятий, организаций, учреждений и населения страны в передаче любой информации, преобразованной в сигналы электросвязи.

Вторичная сеть может быть телефонной, телеграфной, радиовещания, телевидения, передачи данных и т. д. В этой книге в основном речь пойдет о телефонной сети связи.

Общегосударственная телефонная сеть представляет собой совокупность автоматических телефонных станций, узлов автоматической коммутации, телефонных каналов, межстанционных соединительных линий, абонентских линий и абонентских устройств (телефонных аппаратов). В ее состав входят следующие устройства: линейные сооружения — абонентские и соединительные линии, каналы междугородной связи, коммутационные устройства — АТС,

МТС (междугородные телефонные станции), узловые станции, узлы коммутации подстанций, концентраторы, гражданские сооружения — здания телефонных станций, усилительных пунктов, переговорных пунктов, линейные аппаратные цехи, телефонные аппараты. Кроме того, в телефонных сетях могут быть предусмотрены также вспомогательные устройства и сооружения.

В зависимости от назначения телефонные сети делятся на междугородные, зоновые и местные (городские, сельские, учрежденческие).

Междугородная телефонная сеть включает в себя комплекс сооружений, предназначенных для обеспечения связью абонентов, находящихся в различных, удаленных друг от друга пунктах страны, расположенных на территории различных зон.

Зоновая телефонная сеть характеризуется наличием единой зоновой нумерации. Большинство телефонных зон совпадает с территорией областей, союзных (не имеющих областного деления) и автономных республик.

Местные телефонные сети обеспечивают телефонную связь на территории города и ближайших пригородов, в пределах сельского административного района или только внутри предприятия, учреждения, организации.

В состав междугородной телефонной сети входят автоматические междугородные телефонные станции АМТС, соединенные непосредственно между собой или через узлы автоматической коммутации УАК. Междугородные телефонные станции подразделяются в зависимости от объема работы на выделенные и невыделенные.

Выделенные станции являются самостоятельными предприятиями, подчиненными непосредственно областному (краевому) управлению связи или министерству связи союзной республики.

Невыделенные станции входят в состав узлов связи или объединяются с телеграфами или городскими телефонными станциями.

На междугородных телефонных сетях применяются в основном кабельные, радиорелейные и воздушные линии связи.

Кабельная линия представляет собой специальный междугородный кабель связи, состоящий из нескольких цепей (десятков или даже сотен), и расположенные через определенные промежутки усилительные пункты.

Радиорелейная линия — это цепочка приемопередающих радиостанций, расположенных друг от друга на расстоянии прямой видимости и осуществляющих связь между собой на дециметровых или сантиметровых радиоволнах.

Воздушными линиями называются линии, в которых передача информации осуществляется по проводам, подвешенным на опорах.

Для увеличения дальности передачи на кабельных и воздушных линиях связи через определенные расстояния включают усилители. Комплекс сооружений, состоящий из помещения (здания) и находящихся в нем усилителей, устройств питания и другого оборудования, называется усилительным пунктом (УП). УП делятся на об-

служиваемые и необслуживаемые, питающие и питаемые. На обслуживаемых усилительных пунктах (ОУП) технический персонал дежурит круглосуточно, на необслуживаемых (НУП) — дежурства нет. Питающими являются пункты, которые дистанционно питают другие УП; они, как правило, бывают обслуживаемыми. Питаемые пункты не имеют своих источников электропитания; они обычно не обслуживаются. На воздушных линиях эти усилительные пункты называются вспомогательными.

§ 2. СИСТЕМЫ МЕЖДУГОРОДНОЙ И ЗОНОВОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

Принцип построения междугородной телефонной сети. На междугородной сети СССР до последнего времени преобладал ручной способ установления соединения абонентов и заказная система обслуживания. Междугородная телефонная сеть при этом разделялась на магистральную, соединяющую между собой междугородные телефонные станции областных, краевых и республиканских центров, и областную, соединяющую телефонные станции районных центров. Междугородные телефонные станции связывались между собой главным образом по прямым телефонным каналам, действовавшим по определенному расписанию либо круглосуточно. Транзитные соединения устанавливались редко, а междугородные телефонные станции выполняли функции оконечных станций, а не узлов коммутируемой сети.

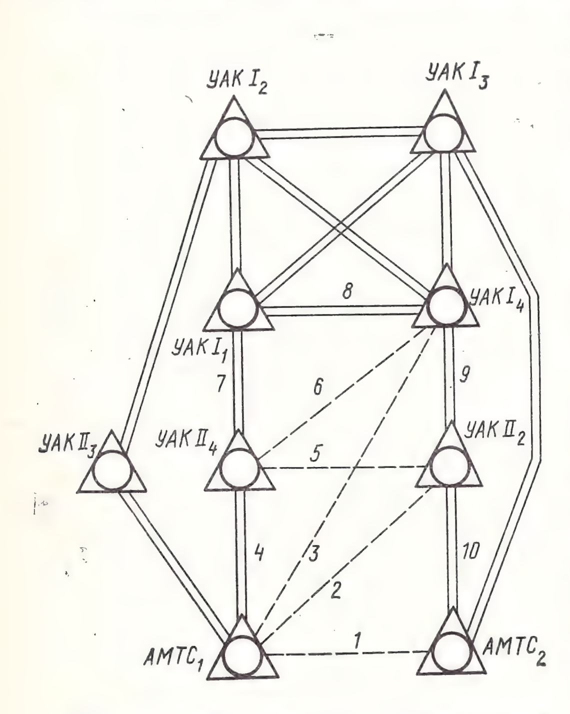


Рис. 1. Схема построения междугородной телефонной сети:
– – – – – пучки каналов высокого использования
——— пучки каналов пути последнего выбора

В настоящее время создается автоматизированная междугородная телефонная сеть (рис. 1), в которой основную роль играют автоматические междугородные телефонные станции (АМТС), являющиеся оконечными пунктами междугородной телефонной сети, через них происходят соединения с зоновыми сетями.

Между собой АМТС могут соединяться несколькими способами. Существуют непосредственное соединение по принципу «каждая с

каждой», радиальное, при котором все станции связаны с главной, осуществляющей транзитные соединения между ними, радиально-узловое, когда АМТС связывается с узлами 1, 2 и 3-го классов, и комбинированное, при котором узлы 1-го класса соединяются между собой по принципу «каждый с каждым», являясь в то же время центрами радиально-узлового построения сети.

При соединении АМТС по принципу «каждая с каждой» количество пучков каналов на сети получается большим, а емкость каждого невелика. Количество пучков двусторонних каналов N можно подсчитать по формуле

$$N = n(n-1)/2,$$

где n — число АМТС.

Такой способ построения сети экономически невыгоден, однако надежность этой сети высокая, так как нарушение связи между двумя АМТС не отражается на работе всей сети.

При радиальном способе построения сети главная станция является узлом автоматической коммутации (УАК), количество пучков каналов равно $n-1$. Такой способ построения экономически выгоден для стран с небольшой территорией. Однако при выходе из строя узла вся сеть будет парализована.

При радиально-узловом способе построения сети для n узлов и станций количество пучков каналов, как и при радиальном, равно $n-1$.

Основным критерием оценки различных вариантов построения сети является наиболее высокая экономичность принимаемого решения при заданных эксплуатационных и технических требованиях.

На междугородной телефоной сети чаще всего применяется комбинированный способ соединения. Количество пучков каналов при этом определяют по формуле

$$N = n + \frac{n_1(n_1-3)}{2},$$

где n — общее число узлов и станций на сети; n_1 — число узлов 1-го класса. Общее количество конечных станций и узлов на сети, количество классов узлов может изменяться по мере развития сети, при изменении величины и направления потоков нагрузки (числа телефонных переговоров).

Однако при выборе того или иного способа построения сети нельзя ограничиваться только количеством организуемых пучков каналов. Необходимо учитывать также расстояния между пунктами, емкость пучков (количество каналов в них), стоимость магистрали и другие характеристики.

В общем случае критерием для оценки экономичности сети является общая протяженность каналов сети (в каналокилометрах) или стоимость с учетом стоимости оборудования узлов.

Междугородная телефонная сеть соединяет между собой все зоновые телефонные сети в единую общегосударственную телефонную сеть.

Общегосударственная система автоматизированной телефонной связи включает общегосударственную автоматическую коммутируемую (с помощью городских, сельских АТС и АМТС, УАК) телефонную сеть и системы нумерации, сигнализации, учета стоимости и расчета с абонентами, систему обслуживания потребителей, а также системы управления и технической эксплуатации.

Общегосударственная телефонная сеть состоит из междугородной и зоновой телефонных сетей. Междугородная телефонная сеть в свою очередь состоит из АМТС, УАК и пучков телефонных каналов, связывающих их между собой (см. рис. 1).

Междугородная телефонная сеть строится по следующим принципам. Организуется АМТС и узел автоматической коммутации 1-го класса УАКI, через который проходит избыточная и малая нагрузка к АМТС другой территории. Могут быть также созданы один или несколько узлов автоматической коммутации 2-го класса УАКII.

Между АМТС различных территорий предусматриваются прямые пути, обходные пути и пути последнего выбора (ППВ) через УАК. Прямые пути являются пучками высокого использования. Они обслуживают большую часть нагрузки, т. е. по ним проходит основная доля междугородных телефонных переговоров. Не пропущенная по прямым путям избыточная нагрузка, а также малая нагрузка направляются на обходные пути. Последний обходный путь называется путем последнего выбора, он проходит через наибольшее количество коммутационных пунктов.

Каждая АМТС, как правило, имеет выход к двум УАКI. Все станции одной территории должны соединяться с УАКI пучками каналов ППВ непосредственно или через УАКII. На рис. 1 показаны возможные пути между двумя АМТС: прямой путь — $АМТС_1$ — 1 — $АМТС_2$; первый обходный путь — $АМТС_1$ — 2 — $УАКII_2$ — 10 — $АМТС_2$; второй обходный путь — $АМТС_1$ — 3 — $УАКI_4$ — 9 — $УАКII_2$ — 10 — $АМТС_2$; третий обходный путь — $АМТС_1$ — 4 — $УАКII_4$ — 5 — $УАКII_2$ — 10 — $АМТС_2$; четвертый обходный путь $АМТС_1$ — 4 — $УАКII_4$ — 6 — $УАКI_4$ — 9 — $УАКII_2$ — 10 — $АМТС_2$; путь последнего выбора (ППВ) — $АМТС_1$ — 4 — $УАКII_4$ — 7 — $УАКI_1$ — 8 — $УАКI_4$ — 9 — $УАКII_2$ — 10 — $АМТС_2$.

На участке между $АМТС_2$ и $УАКI_3$ в перспективе возможна установка узла автоматической коммутации $УАКII_1$.

Зоной считается часть территории страны, все абоненты которой охвачены единой нумерацией. В зоне нумерации располагается комплекс узлов и станций местных (городских и сельских) телефонных сетей, а также АМТС, входящие одновременно в междугородную сеть. Зоновая телефонная сеть обеспечивает связь между абонентами, расположенными на территории зоны, и выход их к абонентам других зон, а также на международную телефонную сеть.

Городские телефонные сети могут быть построены по-разному. Нерайонированные сети имеют одну АТС. В районированных телефонных сетях без узлообразования связь между районными АТС

осуществляется по принципу «каждая с каждой». В районированных телефонных сетях с узлами входящих сообщений (УВС) связь между станциями внутри узлового района осуществляется по принципу «каждая с каждой» или через узел, а со станциями других узловых районов — через УВС этих районов. В районированных телефонных сетях с узлами входящих и исходящих сообщений связь между станциями внутри узлового района осуществляется по принципу «каждая с каждой» или через УВС своего узлового района, а со станциями других узловых районов — через узел исходящих сообщений (УИС) своего узлового района вызываемой АТС.

Существуют также городские сети смешанного типа, где одновременно применяется несколько принципов построения для районированных сетей.

Емкость узловых районов, в зависимости от того, какими узлами коммутации они оборудованы, может достигать 100 000 или 200 000 номеров.

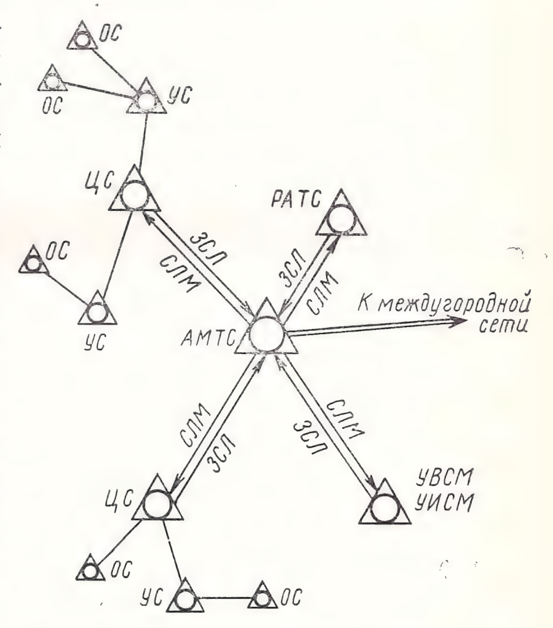


Рис. 2. Построение зоновой телефонной сети

Входящая связь от АМТС к РАТС осуществляется по соединительным линиям междугородной связи (СЛМ), для исходящей связи к АМТС используются заказно-соединительные линии (ЗСЛ), соединяющие РАТС с АМТС непосредственно или через УИС.

Зоновые сети могут иметь одну или несколько АМТС, а также зоновые телефонные узлы (ЗТУ). При этом соединения могут устанавливаться по прямым путям (местная сеть — ЗТУ — местная сеть; местная сеть — АМТС — местная сеть) и по обходным путям (местная сеть — ЗТУ — ЗТУ — местная сеть; местная сеть — ЗТУ — АМТС — ЗТУ — местная сеть).

Каждая местная сеть связывается с другими АМТС или ЗТУ заказно-соединительными линиями междугородной связи.

Рассмотрим принцип построения зоновой сети (рис. 2). Эта сеть состоит из местных городских и сельских телефонных сетей. Оконечными станциями зоновой сети являются центральные станции сельской сети (ЦС), районные станции (РАТС) и узлы (входящих УВС или исходящих УИС сообщений) городских сетей. Зоновая сеть строится по радиально-узловому принципу с узлом одного ка-

кого-либо класса, где устанавливается АМТС. Выход за пределы зоны осуществляется только через АМТС своей зоны. В зоне могут быть несколько АМТС, тогда они соединяются по принципу «каждая с каждой».

Сельские телефонные сети строятся также по радиально-узловому принципу с узлами двух классов — центральными (ЦС) и узловыми (УС).

§ 3. СИСТЕМЫ НУМЕРАЦИИ

Для осуществления автоматической междугородной телефонной связи необходимо создание единой для всей страны системы нумерации.

Система нумерации — это система знаков (цифр), используемых вызывающими абонентами при автоматической телефонной связи. Для систем нумерации введены понятия абонентского, зонового, междугородного или международного номера; внутризонового, междугородного и международного кода; внутризонового, междугородного или международного индекса.

Абонентский номер — комбинация цифр, набираемая вызывающим абонентом для соединения с другим абонентом одной и той же сети. В состав абонентского номера входят код станции местной сети и станционный абонентский номер, общее количество набираемых знаков — от 4 до 7. Знак абонентского номера обозначается буквой x.

Внутризоновый индекс — цифра или комбинация цифр, набираемых вызывающим абонентом для выхода за пределы своей местной сети, но в пределах своей зоны нумерации.

Внутризоновый код — комбинация цифр (не включает внутризоновый индекс), характеризующая местную сеть или ее часть, например какой-либо район городской телефонной сети. Код обозначается малыми буквами латинского алфавита.

Зоновый номер — комбинация цифр, которую набирает абонент одной местной сети для соединения с абонентом другой местной сети, находящейся в той же зоне нумерации. Зоновый номер не включает внутризоновый индекс и состоит из внутризонового кода и абонентского номера.

Междугородный индекс — цифра или комбинация цифр, которые набирает вызывающий абонент для выхода за пределы своей зоны нумерации.

Междугородный код — комбинация цифр, которая характеризует вызываемую зону. Этот код не включает междугородный индекс. Обозначается большими буквами латинского алфавита.

Междугородный номер — комбинация цифр, которую набирает абонент вслед за междугородным индексом для установления соединения с абонентом, находящимся за пределами данной местной сети или зоны нумерации. Междугородный номер состоит из междугородного кода и зонового или абонентского номера.

Таким образом, каждой зоне присвоен трехзначный код (ABC). В пределах одной зоны вводится единая семизначная нумерация. Каждой городской телефонной сети (ГТС) и сельской телефонной сети (СТС) этой зоны выделяется одна или несколько 100-тысячных групп нумерации, которым присваиваются двузначные коды (ab). В пределах одной зоны может быть до 80 таких групп, но общая емкость нумерации одной зоны не может превысить 8 млн. номеров, поскольку цифры 8 и 0 не используются в качестве первых цифр в нумерации абонентских линий ГТС и СТС.

Местные номера ГТС образуются из четырехзначного номера в пределах одной 10-тысячной группы нумерации (АТС на 10 000 номеров) и кода этой группы (станционного кода), который может быть одно-, двух- или трехзначным. Таким образом, местные номера образуются по схеме: ***c xxxx, bc xxxx, abc xxxx,*** где ***x*** — любая цифра. Например, московский номер абонента 251-84-13 обозначает: 251 — код АТС; 84—13 — номер абонента.

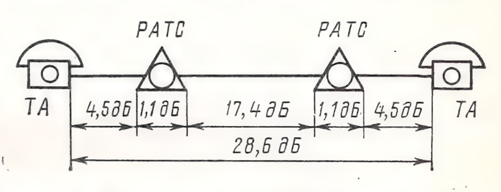


Рис. 3. Схема распределения затухания между абонентами ГТС

Для каждой СТС выделяется одна 100-тысячная группа, т. е. местные номера СТС имеют до пяти знаков с исключением в качестве первой цифры 8 и 0. Значит, в СТС может быть до 80 000 номеров.

Если каждый телефонный аппарат сети вызывается определенным набором цифр в зависимости от емкости АТС (100-тысячная АТС — пятизначным, 10-тысячная — четырехзначным и т. д.), такую систему нумерации называют *закрытой.*

В СТС имеются узловые и оконечные станции, предназначенные главным образом для внутриколхозной и совхозной связи, где удобнее пользоваться сокращенной, например двух- или трехзначной, нумерацией. В этом случае при необходимости выхода за пределы своей АТС абонент набирает вначале индекс выхода на вышестоящую узловую (УС) или центральную (ЦС) станцию, а затем единый пятизначный номер вызываемого абонента. Такая система нумерации называется *открытой.* В качестве индекса выхода используется обычно цифра 9.

При междугородной и зоновой связи к местным номерам СТС впереди добавляют междугородный код ABC и внутризоновый код ab, а к местным номерам ГТС — код ABC и недостающие до семи знаки кода ab (для пятизначной нумерации 00 или 22, для шестизначной 0 или 2). Перед набором междугородного или зонового номера абонент, набирающий номер, должен вначале набрать индекс выхода на междугородную сеть «8» или индекс выхода на зоновую сеть «82».

Чтобы обеспечить высокое качество передачи речи, в автоматической телефонной сети устанавливается допустимое затухание,

т. е. уменьшение уровня сигналов. Это затухание измеряется в децибелах (дБ). Например, уменьшение уровня сигнала в 10 раз соответствует затуханию на 20 дБ.

При связи абонентов различных телефонных зон затухание не должно превышать 29,5 дБ.

При связи между абонентами разных местных сетей в одной телефонной зоне затухание между телефонными аппаратами любых двух абонентов должно быть не больше 27,7 дБ. Это затухание измеряется на частоте 800 Гц.

Распределение затухания между абонентами ГТС показано на рис. 3. Из рисунка видно, что допускаемое затухание, вносимое оборудованием районной АТС, равно 1,1 дБ, соединительных абонентских линий — 4,5 дБ, а соединительной линии между РАТС — 17,4 дБ. Таким образом, общее затухание между телефонными аппаратами абонентов составляет 28,6 дБ.

Контрольные вопросы

1. Что такое ЕАСС?
2. Какие виды телефонных сетей вы знаете? Дайте их характеристики.
3. Что входит в состав междугородной телефонной сети?
4. Как связываются АМТС различных территорий между собой?
5. Что такое система нумерации?
6. Какая система нумерации называется открытой?

ГЛАВА II

ЛИНИИ СВЯЗИ

§ 4. ЭЛЕМЕНТЫ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ И ИХ НАЗНАЧЕНИЕ

В качестве каналов электрической связи могут использоваться как проводные линии (кабельные или воздушные), так и средства радиосвязи. При этом следует отметить, что на кабельных линиях обеспечивается более высокая стабильность параметров передачи, хорошая защищенность каналов связи от внешних электромагнитных полей, а также от всех видов помех. Кабели долговечны и надежны в эксплуатации. Существующие конструкции кабелей и используемая аппаратура систем передачи позволяют создать сети кабельных линий для передачи любых видов информации.

Для правильного использования кабельной связи необходимо знать назначение отдельных элементов кабеля, их конструкцию, характеристику и условия применения.

Кабельная линия состоит из линейно-кабельных и станционных сооружений. Линейно-кабельные сооружения состоят из трех основных частей: кабеля связи, кабельной арматуры и линейно-кабельного оборудования.

Кабели связи подразделяются на линейные, прокладываемые между пунктами размещения станционного оборудования, и стан-

ционные, которые являются продолжением линейных кабелей на станции и, кроме того, служат для соединения между собой отдельных элементов оборудования на станции (для межстоечного и внутристоечного монтажа).

К кабельной арматуре относятся муфты различного назначения: промежуточные соединительные, конденсаторные, симметрирующие, разветвительные, газонепроницаемые (для симметричного и коаксиального кабелей), пупиновские и защитные чугунные. В состав кабельной арматуры также входят оконечные кабельные устройства для коаксиальных кабелей, боксы для симметричных кабелей и пупиновские ящики с катушками индуктивности.

Линейно-кабельное оборудование включает следующие элементы: вводно-кабельные шкафы и стойки, кабельные ящики и оборудование для содержания кабеля под избыточным газовым давлением, элементы защиты кабелей от механических повреждений и внешних электрических влияний и коррозии (линейные разрядники, защитные тросы, заземлители, протекторы, дренажи и др.). Линейно-кабельное оборудование предназначено для наблюдения за техническим состоянием кабеля и линейно-кабельных сооружений, повышения их надежности и обеспечения длительной сохранности.

Состав элементов кабельной арматуры и линейно-кабельного оборудования зависит от типа и конструкции кабеля, трассы прокладки, наличия источников электрического питания, агрессивности грунта (коррозионной активности) и других факторов.

Так как кабельная линия связи предназначена для длительной эксплуатации (десятки лет) и с ее помощью должна быть обеспечена бесперебойная работа сотен, а то и тысяч каналов связи, ко всем элементам линейно-кабельного оборудования предъявляются высокие требования по надежности.

Кроме сигналов связи по кабелям передается дистанционно электропитание промежуточных усилителей, при котором напряжение достигает иногда 1000 В. Этим вызвана необходимость увеличения электрической прочности изоляции каждой жилы и кабеля в целом. Оболочка кабеля должна обладать экранирующим действием для снижения опасных и вызывающих помехи влияний, возникающих от линий электропередачи, электрифицированных железных дорог, радиостанций, при грозе. Кроме того, оболочка обеспечивает герметичность и влагонепроницаемость кабеля; ее наличие определяет его механические свойства, т. е. прочность на растяжение, изгиб и сдавливание.

§ 5. ТИПЫ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ И ИХ КОНСТРУКЦИЯ

Кабели связи классифицируют по следующим признакам: области применения, условиям прокладки и эксплуатации, типу скрутки, роду оболочки и защитных покровов, спектру передаваемых частот и назначению. Наряду с кабелями, рассчитанными на организацию сотен и тысяч каналов, применяют кабели на десятки и даже единицы каналов, а также низкочастотные кабели, в которых

для создания каждого канала используется отдельная двухпроводная, а иногда и четырехпроводная физическая цепь.

Междугородные кабели связи по назначению подразделяются на симметричные низкочастотные НЧ, применяемые для соединительных линий и кабельных вставок в воздушные линии, а также симметричные высокочастотные ВЧ и коаксиальные.

В зависимости от условий прокладки и эксплуатации кабели называют подземными, подводными и подвесными. Подземные кабели прокладывают в земле на глубине 0,7—1,3 м; подводные — в воде на глубинах, иногда достигающих нескольких километров (в морях и океанах); подвесные — на опорах воздушных линий.

Кабель состоит из защитного покрова, оболочки, изоляции и сердечника. Сердечник кабеля представляет собой одну (по меньшей мере) или несколько пар проводников, заключенных в общую оболочку. На сердечник накладывается поясная изоляция из бумажных или пластмассовых лент для защиты его от температурных воздействий.

По конструкции и расположению пар проводников кабели делятся на симметричные и коаксиальные. Симметричная пара состоит из двух одинаковых проводников, изолированных друг от друга. Коаксиальная пара представляет собой цилиндрический внешний проводник, внутри которого (по оси цилиндра) расположен другой проводник.

Оболочки кабеля могут быть выполнены из металла (сталь, свинец, алюминий), пластмассы (полиэтилен, поливинилхлорид) и металлопластмассы.

Свинцовые оболочки полностью влагонепроницаемы, пластичны, что обеспечивает их гибкость, обладают способностью к достаточно большому относительному удлинению при разрыве (до 40%) и повышенной химической стойкостью. Срок их службы составляет 50 лет и более. Недостатками такой оболочки являются малая механическая прочность при ударных нагрузках, большая масса, дефицитность и дороговизна, а также относительно большое электрическое сопротивление.

Алюминиевые оболочки изготовляют холодным способом из ленты со сварным продольным швом; они дешевы, легки, обладают высокими экранирующими свойствами и малым электрическим сопротивлением. Однако алюминий подвержен электрохимической коррозии, в связи с чем на оболочку обязательно накладывают вязкий подклеивающий слой, а затем надевают полиэтиленовый шланг.

Стальные оболочки состоят из сварных лент толщиной 0,3—0,4 мм, свернутых в трубу. Их также предварительно покрывают подклеивающим слоем для защиты от коррозии, после чего закрывают полиэтиленовым шлангом.

Для повышения гибкости стальные, а иногда и алюминиевые оболочки гофрируют.

Пластмассовые оболочки значительно легче металлических. Чаще всего применяют оболочки из полиэтилена, которые по влагостойкости, вибростойкости, устойчивости к химической и электри-

ческой коррозии и механическим свойствам выгодно отличаются от других материалов. К их недостаткам относятся потеря пластичности при низких температурах и способность пропускать водяные пары. Некоторые трудности возникают при сварке такой оболочки во время монтажа кабеля. Пластмассовые оболочки не обладают экранирующим свойством, поэтому для устранения влияния помех под них закладывают экран из металлизированной бумаги или металлической фольги.

Иногда для повышения экранирующего действия, особенно на высоких частотах, экран из алюминиевых лент толщиной 0,15—0,2 мм подкладывают и под стальные оболочки.

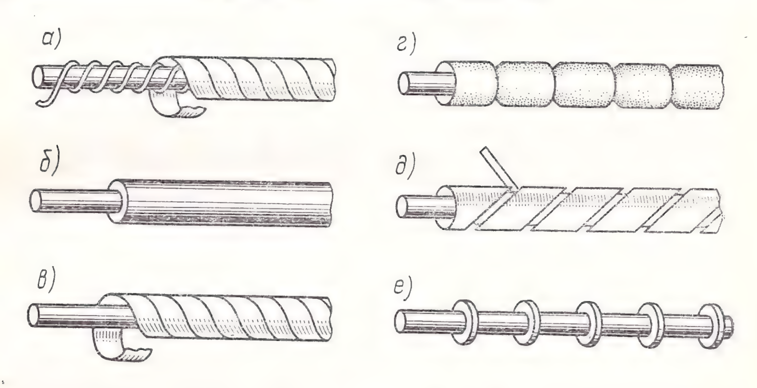


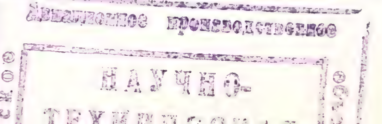
Рис. 4. Изоляция проводников:
а — кордельная, *б* — сплошная, *в* — трубчатая, *г* — баллонная с пережимами, *д* — баллонная с корделем, *е* — шайбовая

Материал для проводников кабелей должен иметь малое сопротивление, хорошую гибкость и достаточную механическую прочность. Основными материалами для проводников являются медь (в большинстве случаев) и алюминий. Используют чистую электролитическую медь, так как примеси резко увеличивают ее электрическое сопротивление. Для симметричных кабелей связи применяют жилы диаметром 1,2 мм; для кабелей местной связи — 0,32; 0,4; 0,5; 0,7; 0,8 и 0,9 мм. В коаксиальных цепях внутренний проводник изготовляют из медной проволоки диаметром 1,2; 2,1 или 2,6 мм, а внешние проводники — из медной ленты, изогнутой в виде трубки с продольным швом.

В качестве изоляции проводников применяют бумагу, бумажный кордель (нить, скрученную из кабельной бумаги), полистирол, полиэтилен и резину.

Исходя из того что воздух является хорошим диэлектриком, используемые изоляционные материалы стараются накладывать с максимально возможными воздушными прослойками при условии обеспечения надлежащей жесткости кабеля. Изоляционный материал накладывают на проводник различными способами (рис. 4).

В кабелях связи наибольшее распространение получили следующие виды изоляции: кордельно-полистирольная — основной вид



изоляции для симметричных кабелей; кордельно-бумажная — для симметричных кабелей местной связи; сплошная полиэтиленовая — для симметричных кабелей городской и зоновой связи, а также для коаксиальных подводных; пористо-полиэтиленовая — для коаксиальных и симметричных кабелей; пористо-бумажная и трубчато-бумажная — для городских кабелей; шайбовая и баллонная полиэтиленовая — для коаксиальных пар.

Изолированные жилы (проводники) скручивают в группы, которые являются элементами сердечника кабеля. Скрутка жил обеспечивает более устойчивую конструкцию кабеля, облегчает взаимное перемещение жил при его изгибах и повышает защищенность цепей от взаимных и внешних влияний. Наибольшее применение нашли парная (рис. 5, *а*), четверочная, или звездная (рис. 5, *б*), и шестерочная (рис. 5, *в*) скрутки.

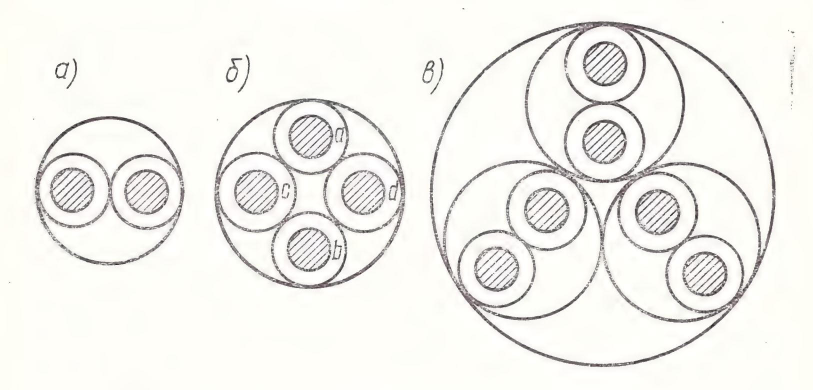


Рис. 5. Типы скруток проводов симметричных пар:
а — парная, *б* — звездная, *в* — шестерочная

При парной скрутке две изолированные жилы скручивают вместе в пару с шагом скрутки не более 300 мм. При звездной скрутке четыре жилы скручивают с шагом 150—300 мм, причем каждую четверку в сердечнике кабеля скручивают со своим шагом. Цепи образуются из противолежащих жил, т. е. жилы *a* и *b* образуют одну пару, а жилы *c* и *d* — другую.

Шаг скрутки — расстояние по длине кабеля, за которое жила делает полный оборот.

Парная скрутка наиболее проста в производстве и используется в основном для городских телефонных кабелей. Наиболее экономичной, обеспечивающей лучшие электрические характеристики, является звездная скрутка, применяемая преимущественно в междугородных симметричных кабелях связи.

В небольших сердечниках (из семи четверок и менее) каждая четверка отличается от других цветом охватывающей ее нити. Если сердечник содержит более семи четверок (или пар), расцветить все группы практически невозможно. Поэтому в каждом повиве (расположенных по окружности группах) закладывают счет-

ную четверку или пару, рядом с которой помещают четверку или пару, указывающую направление отсчета остальных.

Для исключения возможности механических повреждений кабеля, а также корродирования алюминиевых и стальных оболочек поверх оболочек накладывают защитные покровы. Кабель в оболочке (без защитного покрова) называется голым и обозначается

Таблица 1. **Типы и область применения кабелей**

Тип защитного покрова	Конструкция защитного покрова	Область применения
Г	Голый	В канализации
Б	Броня из двух стальных лент с наружным покровом	В земле
БГ	Броня из двух стальных лент без наружного покрова	В коллекторах, тоннелях и шахтах
Бв	То же, с усиленной подушкой	В агрессивных грунтах
Бп	Броня из двух стальных лент с полиэтиленовым шлангом и наружным покровом из кабельной пряжи	В грунтах всех категорий
Бл	Слой поливинилхлоридного пластиката, броня из двух стальных лент с наружным защитным покровом из кабельной пряжи	В агрессивных грунтах
Бп Шп	Броня из двух стальных лент с наружным полиэтиленовым шлангом	В агресивных грунтах, в районах с повышенной грозодеятельностью
Шп	Полиэтиленовый шланг с подклеивающим слоем	В канализации, коллекторах, тоннелях, по мостам, а также в районах с незначительными внешними электромагнитными влияниями
К	Броня из круглых стальных проволок	В реках и районах вечной мерзлоты
Кл	То же, со слоем поливинилхлоридного пластиката	То же, в агрессивных грунтах и водах
Кп Шп	То же, с наружным полиэтиленовым шлангом	То же, при наличии больших растягивающих усилий

буквой Г. Защитный покров представляет собой броню (стальные ленты или круглые проволоки) и два волокнистых слоя, расположенных под и над броней. Нижний слой называется «подушкой». Волокнистые покровы состоят из кабельной пряжи (джута), пропитанной битумным составом. Наружный защитный слой содержит противогнилостные материалы. Сверху кабель имеет меловое покрытие, предохраняющее его от слипания в бухте.

Типы кабелей в зависимости от области их применения приведены в табл. 1.

§ 6. СИММЕТРИЧНЫЕ КАБЕЛИ ДАЛЬНЕЙ СВЯЗИ И СТАНЦИОННЫЕ

По назначению эти кабели делятся на низкочастотные и высокочастотные, а по конструкции — на однородные, сердечник которых состоит только из четверок звездной скрутки, и комбинированные, когда сердечник имеет различные группы с жилами разного диаметра.

Низкочастотные кабели (НЧ) применяют для устройства вводов и кабельных вставок в воздушные линии, сооружения междугородных линий небольшой протяженности и соединительных линий между АТС и МТС, каблирования телефонно-телеграфных узлов. По типу изоляции проводников и оболочки они делятся на следующие группы: однородные ТЗ — телефонные со звездными четверками с кордельно-бумажной изоляцией в свинцовой оболочке; однородные ТЗЭ — то же, со звездными экранированными четверками; комбинированные ТДС — телефонные дальней связи с кордельно-бумажной изоляцией в свинцовой оболочке; однородные ТЗА — телефонные со звездными четверками с кордельно-бумажной изоляцией в алюминиевой оболочке; однородные ТЗПА — телефонные со звездными четверками с кордельно-трубчатой полиэтиленовой изоляцией в алюминиевой оболочке.

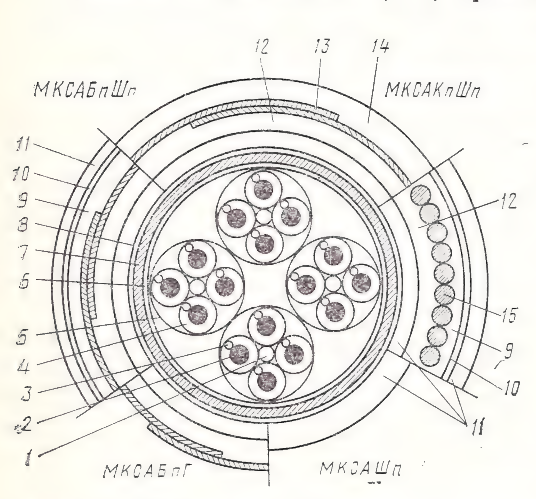


Рис. 6. Симметричный ВЧ-кабель в алюминиевой оболочке 4×4×1,2:

1 — заполнитель, *2* — жила, *3* — кордель, *4* — лента, *5* — четверка, *6* — поясная изоляция, *7* — алюминиевая оболочка, *8* — вязкий подклеивающий слой, *9* — битумный состав, *10* — поливинилхлоридная лента, *11* — полиэтиленовый шланг, *12* — подушка, *13* — две броненленты, *14* — пряжа, *15* — бронепроволока

Кабели ТЗ выпускают с жилами диаметром 0,8—1,2 мм, емкостью 61 и 114 четверок; ТЗЭ, ТЗА — до 37 четверок; ТДС содержат до 14 экранированных пар и до 25 звездных четверок. Строительные длины НЧ кабелей раны 425±5 или 850±10 м.

Высокочастотные (ВЧ) междугородные симметричные кабели дальней связи изготовляют емкостью 4 и 7 четверок с кордельно-полистирольной изоляцией жил в свинцовой (МКС), стальной (МКСС) и алюминиевой (МКСА) оболочках. Они используются на частотах до 552 кГц. На рис. 6 показан разрез 4-четверочного кабеля с различными типами покровов. Номинальная строительная длина этих кабелей составляет 825±6 м. По жилам кабелей допу-

скается передача электроэнергии напряжением 690 В переменного тока частотой 50 Гц или 950 В постоянного тока.

Станционные кабели имеют марки РВЧС, ПВЧС, КМС-1 и КМС-2. Их применяют для монтажа соединительных линий от устройств кабельной линии до аппаратуры оконечных и промежуточных пунктов. У кабелей РВЧС и ПВЧС одна экранированная пара медных жил, изолированных полиэтиленом, наружный покров состоит из поливинилхлоридного пластиката. В кабеле ПВЧС изолированные жилы (под экраном) вводят в полиэтиленовую трубку, а в кабелях КМС, кроме того, на трубку накладывают повив из медных проволок.

§ 7. КОАКСИАЛЬНЫЕ КАБЕЛИ СВЯЗИ

Коаксиальные кабели по назначению делятся на междугородные (подземные и подводные) и станционные. Они могут состоять из одной или нескольких коаксиальных пар или быть комбинированными, т. е. включать еще симметричные пары и четверки. Коаксиальные пары обозначают дробью, например 2,6/9,5, в числителе которой указывается диаметр внутреннего проводника, а в знаменателе — внутренний диаметр внешнего проводника в миллиметрах.

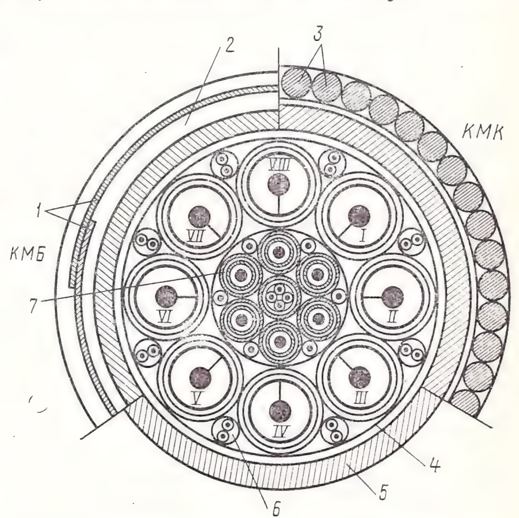


Рис. 7. Комбинированный коаксиальный кабель КМ-8/6:

1 — бронеленты, *2* — подушка, *3* — бронепроволока, *4* — поясная изоляция, *5* — свинцовая оболочка, *6* — симметричная пара, *7* — малогабаритная коаксиальная пара, *I—VIII* — коаксиальные пары **2,6/9,4**

Однокоаксиальные кабели ВКПА (внутризоновый, коаксиальный, с полиэтиленовой изоляцией, внешним алюминиевым проводником, диаметр жил 2,1/9,7) применяются для подземной прокладки и подвески на опорах воздушных линий до 1300 кГц.

Комбинированный кабель КМ-4 содержит четыре коаксиальные пары 2,6/9,4 и пять звездных четверок с медными жилами диаметром 0,9 мм с бумажной изоляцией. В кабеле марки КМ-8/6 (рис. 7) восемь коаксиальных пар 2,6/9,4, шесть коаксиальных пар 1,2/4,6, восемь симметричных пар, одна звездная четверка и шесть одиночных жил. Симметричные пары и звездные четверки предусмотрены для организации служебной участковой линейной связи и телеме-

ханики. Между внутренним и внешним проводниками коаксиальной пары в качестве изоляции применяются полиэтиленовые шайбы с разрезом.

Кабели МКТ-4 (малогабаритные коаксиальные с трубчатополиэтиленовой изоляцией) состоят из четырех коаксиальных пар 1,2/4,6, пяти симметричных пар и одной контрольной жилы. Эти кабели со свинцовой или алюминиевой оболочкой покрыты круглой проволокой, бронелентой или полиэтиленовым шлангом. Например, кабель МКТСБ-4 в свинцовой оболочке имеет броню из стальных лент, а кабель МКТАШп в алюминиевой оболочке с полиэтиленовым шлангом.

Станционные коаксиальные распределительные кабели конструктивно изготовляют в виде одиночной стандартной пары 2,6/9,4 в свинцовой оболочке или в виде одиночной пары 1,2/4,6 с полиэтиленовой или свинцовой оболочкой.

Морские коаксиальные кабели связи имеют некоторые конструктивные особенности, обусловленные их прокладкой в воде (повышенная влагостойкость). Обычно у них только одна коаксиальная пара, размеры которой несколько больше, чем в подземных кабелях, что уменьшает затухание. Строительные длины кабелей равны 20—30 км, т. е. соответствуют длине усилительного участка. Они отличаются высоким напряжением дистанционного питания (до 7000 В), стабильностью рабочей температуры, ничтожно малой повреждаемостью, низкими эксплуатационными расходами.

Океанские и морские кабели в настоящее время применяются в основном без брони, несущий стальной трос у них располагается внутри медного проводника коаксиальной пары диаметром не более 8,5/38,1.

§ 8. КАБЕЛЬНАЯ АРМАТУРА

Для сращивания отдельных отрезков кабеля в общую кабельную линию используют соединительные муфты. В зависимости от материала оболочки и способа ее сращивания применяют свинцовые, алюминиевые и пластмассовые муфты. Если имеется возможность надвинуть муфту на один из концов соединяемых кабелей до начала монтажа, то применяют бесшовные цилиндрические муфты. В ином случае используют муфты с продольным швом.

При распайке кабеля на два или несколько кабелей меньшей емкости или на разные направления (ответвления от магистрали и т. п.) применяют разветвительные муфты.

Газонепроницаемые муфты предназначены для герметизации концов кабельных линий, находящихся под постоянным избыточным газовым давлением.

Если необходимо ограничить протекание по оболочке кабеля тока, т. е. изолировать смежные отрезки кабельной линии, применяют изолирующие муфты. Они могут быть газопроницаемыми, т. е. после установки такой муфты газ может распространяться вдоль кабеля по внутренней полости, и газонепроницаемыми.

Смонтированные соединительные, разветвительные, изолирующие и другие муфты помещают в специальные защитные чугунные муфты для устранения возможности механических повреждений.

Для распайки симметричных цепей междугородных кабелей при вводе их в усилительные пункты и узлы связи применяют кабельные боксы (БМ). Бокс состоит из металлического корпуса и укрепленных на нем пластмассовых плинтов с дужками, двухпарными вилками (для различных соединений и переключений) и защитными крышками. Корпус бокса имеет одну или две трубки для ввода кабелей. В зависимости от количества установленных плинтов и вводных трубок боксы бывают нескольких типов. Имеется также два типа плинтов: ПН-10 — на десять пар гнезд для низкочастотных цепей кабеля и ПЭ-6 — на шесть пар гнезд для низкочастотных экранированных и высокочастотных цепей.

При повышенной влажности и на открытом воздухе используют влагозащитные боксы БМВ.

На рис. 8 представлен 12-парный бокс ВЧ с двумя плинтами ПЭ-6.

Рис. 8. Междугородный 12-парный бокс ВЧ с двумя плинтами ПЭ-6:
1 — вводная трубка, *2* — корпус, *3* — плинты

Для оконечной разделки коаксиальной пары 2,6/9,4 применяют газонепроницаемые коаксиальные муфты ОГКМ. С одной стороны муфты монтируют коаксиальную пару линейного кабеля, с другой — в муфте имеется гнездо для включения штепселя станционного кабеля, т. е. муфта и штепсель образуют коаксиальный разъем. Коаксиальные пары 1,2/4,6 в обслуживаемых усилительных и оконечных пунктах заканчиваются малогабаритными муфтами ОГКМ-С соответствующего размера.

Для включения кабеля КМ-8/6 используют специальное оконечное кабельное устройство УОК, поставляемое в комплекте заводом-изготовителем. Устройство представляет собой муфту, в торцовой части которой расположены по кругу гнезда коаксиальных пар 2,6/9,4. Между ними с меньшим радиусом расположены гнезда разъемов пар 1,2/4,6, а в центре — три штыревых разъема РШ для симметричных пар. Оконечное устройство УОК обеспечивает газонепроницаемость оболочки.

Соединительные кабели между городскими телефонными и междугородными станциями подключаются к рамкам с испытательными гнездами, разделительные пружины которых дают воз-

можность подсоединения контрольно-проверочного прибора к станции или к линии. Эти рамки могут быть парными или трехпроводными емкостью на 40 гнезд.

Транспортировку и хранение междугородных кабелей осуществляют на деревянных барабанах, с которых производят его размотку и прокладку. Применяют 19 типов (номеров) барабанов, причем номер барабана соответствует диаметру его щеки в дециметрах. Диаметр шейки барабана соответствует минимально допустимому радиусу изгиба кабеля. На каждом барабане указывают марку кабеля, систему передачи для ВЧ-кабелей, число элементов и диаметр жил, длину кабеля, массу брутто, номер барабана, дату изготовления и другие данные.

§ 9. КЛАССЫ И ТИПЫ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ И ОБЛАСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Воздушные линии связи (ВЛС) по многим характеристикам уступают кабельным, однако общая протяженность их довольно велика и они до сих пор не утратили своего значения. Воздушные линии в значительной мере подвержены влиянию атмосферных воздействий, внешних электромагнитных полей, менее надежны. В настоящее время их используют в основном для внутриобластной (внутризоновой) связи и в большей степени для линий сельской телефонной связи.

По сравнению с кабельными воздушные линии проще в строительстве и требуют для этого меньших затрат, на них легче можно обнаружить и устранить повреждения. Однако эксплуатационные затраты на воздушных линиях все же выше, чем на кабельных.

По назначению воздушные линии связи подразделяются на три класса: I — магистральные линии; II — зоновые (внутриобластные) и соединительные линии сельской связи; III — абонентские линии сельской связи.

По механической прочности ВЛС подразделяются на четыре типа: облегченный О (при толщине слоя гололеда $\leqslant 5$ мм), нормальный Н ($\leqslant 10$ мм), усиленный У ($\leqslant 15$ мм) и особо усиленный ОУ ($\leqslant 20$ мм). Выбор типа линии определяется интенсивностью гололеда в районе строительства.

От типа линии зависит число устанавливаемых на 1 км дополнительно укрепленных опор и максимально допустимое количество подвешиваемых на опорах проводов.

§ 10. ОПОРЫ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ

Опоры ВЛС бывают деревянные, железобетонные и деревянные с приставками (деревянными или железобетонными).

Столбы для опор имеют длину 6,5; 7,5 или 8,5 м, а в отдельных случаях (при переходе через железнодорожные пути и т. п.) их длина может достигать 15 м.

Для деревянных опор чаще всего используют сосну как наиболее устойчивую к загниванию. Чтобы увеличить срок службы деревянных опор, перед установкой в грунт их пропитывают противогнилостным составом (антисептиком).

Таблица 2. **Количество устанавливаемых промежуточных опор в зависимости от типа и класса линий**

Класс линии	Длина пролета, м, для линий типа			
	О	Н	У	ОУ
I и II	50	50	40	35,7
III	83,3	62,5	50	50

Железобетонные опоры более долговечны, чем деревянные (расчетный срок службы 50 лет), однако из-за большой массы (от 343 до 810 кг) их сложнее транспортировать и устанавливать. Железобетонные опоры изготовляют облегченные ПО и с напряженной стержневой арматурой ПОН. Железобетонные опоры в основном имеют прямоугольное сечение 24×14 или 30×18 см, но они могут быть также круглого, многоугольного, швеллерного или таврового сечения. Подземную часть железобетонных опор покрывают расплавленным битумом.

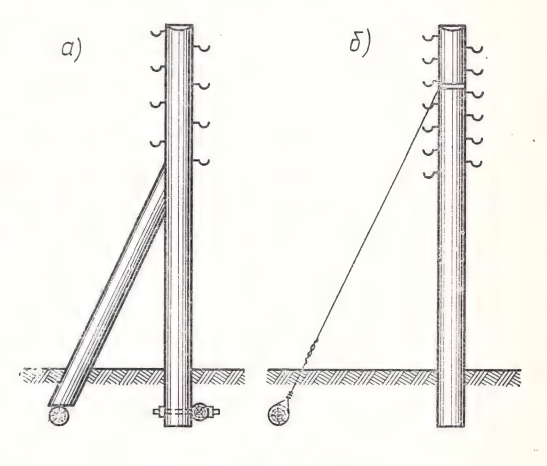


Рис. 9. Угловые опоры:
а — с подпорой, *б* — с оттяжкой

Железобетонные приставки к деревянным опорам устанавливают в тех случаях, когда опоры не пропитаны антисептиком. Приставки могут быть прямоугольного (ПР) или таврового (ТР) сечения, а также одинарные (с одной стороны столба) и двойные (с двух сторон столба).

По конструкции и месту установки различают несколько типов опор.

Промежуточные опоры устанавливают на прямых участках трассы линии через расстояния (пролеты), указанные в табл. 2. Длина пролета зависит от типа линии.

Угловые опоры устанавливают при поворотах линии; их укрепляют подпорами (рис. 9, *а*) или оттяжками (рис. 9, *б*), а в особых случаях — и тем, и другим.

Усиленные противоветровые и противогололедные опоры используются для укрепления линии в поперечном и продольном направлениях. На линиях с крюковым профилем противогололедные опоры укрепляют двумя подпорами или оттяжками, направленными вдоль линии.

Противоветровые опоры укрепляют оттяжками или подпорами, направленными перпендикулярно линии.

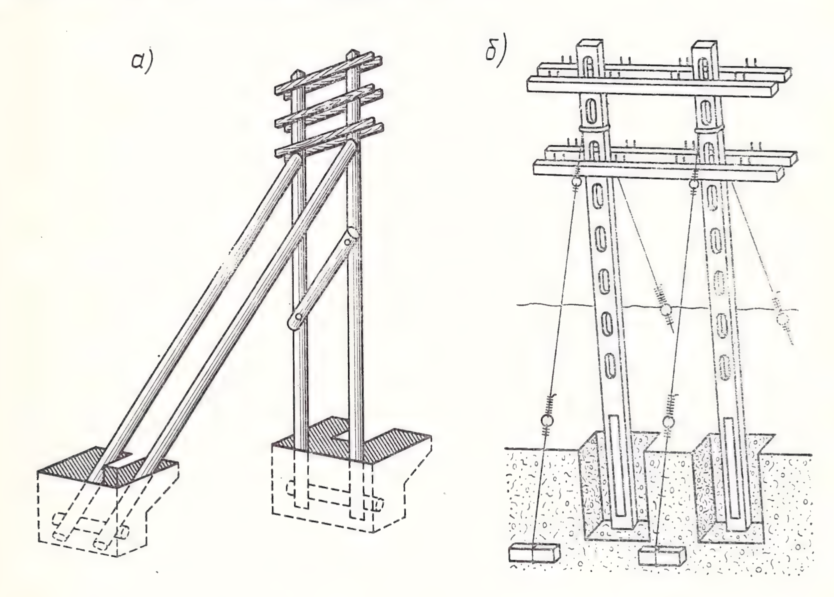


Рис. 10. Полуанкерная (*а*) и анкерная (*б*) опоры

На линиях с траверсным профилем устанавливают *полуанкерные* — с подпорами с одной стороны (рис. 10, *а*) или *анкерные* — с подпорами или оттяжками с обеих сторон (рис. 10, *б*) *опоры*.

По конструкции полуанкерные и анкерные опоры являются наиболее устойчивыми. Их устанавливают для укрепления линии на переходах при удлиненных пролетах, на вводах как оконечные и противогололедные.

Кабельные опоры устанавливают на стыке воздушной линии с кабельной вставкой на переходах или вводах. Если число подвешенных проводов не превышает 16, устанавливают одинарную опору с оттяжкой или подпорой, если число проводов составляет 16 и более — полуанкерную или анкерную. Кабельная опора оборудуется молниеотводом, заземлением, площадкой. На площадке устанавливают кабельный междугородный шкаф ШКМ, в который заводят кабель и изолированные провода от линии.

Контрольные опоры предназначены для проведения испытаний и определения места повреждения проводов.

В болотистых грунтах районов вечной мерзлоты устанавливают *специальные опоры*.

§ 11. ПРОВОДА И АРМАТУРА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ

На воздушных линиях связи применяют провода из проволоки диаметром 2—5 мм, изготовленные из стали, меди или биметалла (сталемедные или сталеалюминиевые). Для междугородных линий используют в основном следующие виды проволок: биметаллическую сталемедную БСМ-1 диаметром 4 мм с толщиной слоя меди 0,2 мм, сталеалюминиевую АС-16, свитую из одной стальной и шести алюминиевых проволок общим диаметром 5,4 мм, и АС-10 общим диаметром 4,4 мм. Применяют также биметаллические провода БСМ диаметром 2; 2,5 и 3 мм, стальные — диаметром 2; 2,5; 3 и 4 мм, медные — диаметром 2; 3,5 и 4 мм, биметаллические сталеалюминиевые БСА — диаметром 5,1 и 4,3 мм (толщина алюминия 0,25 мм).

На удлиненных пролетах, где требуется повышенная прочность, применяются провода ПАБ-10 и ПАБ-25 (провода антенные бронзовые) диаметром соответственно 4,7 и 7,4 мм, сталеалюминиевые АС-25 и АС-35 или стальные семижильные канаты диаметром 4,3 мм марки 4,3-Г-1-ЖС-140 и диаметром 6,1 мм марки 6,1-Г-1-ЖС-140.

Для крепления проводов используют вязальную проволоку из того же материала, что и линейный, но мягче и меньше диаметром.

Медные и биметаллические провода применяют для систем передачи типа В-3-3 и В-12-2 (3- и 12-канальная аппаратура), а стальные — для систем В-3 и В-2-2.

К арматуре воздушных линий относятся изоляторы, крюки, штыри, траверсы, кронштейны и накладки, с помощью которых закрепляют провода на опорах. Крюки ввинчивают непосредственно в опору, а штыри закрепляют на траверсах. На крюках или штырях укрепляют изоляторы — фарфоровые ТФ-20 и ТФ-16 или стеклянные ТСМ-18, ТСМ-16.

Траверсы изготовляют из деревянного бруса 80×100 мм, угловой стали 50×50 или 60×60 мм.

Порядок расположения проводов на опоре, который зависит от ее оснастки, называется *профилем опоры.* Различают крюковый, траверсный и смешанный профили опор. Правилами строительства и ремонта воздушных линий связи предусмотрено 17 типовых профилей. Крюковые профили в основном используют на сельских телефонных линиях, на междугородных связях применяют траверсные и смешанные профили.

Вводы проводов воздушных линий в здания усилительных пунктов и станций могут быть воздушными и кабельными. Воздушные вводы делают в том случае, если число проводов не превышает 7, кабельные — если число проводов 8 и более, а также если цепи выполнены из меди или биметалла. Для ввода проводов используют кабели ТЗ, МК или МКС, которые прокладывают в земле или канализационных каналах.

Так как волновые сопротивления кабеля и воздушной линии различны, их согласовывают с помощью переходных автотрансфор-

маторов. Схема устройств для перехода от воздушной линии к станционному кабелю показана на рис. 11.

Автотрансформатор АТр и устройства защиты устанавливают в кабельном междугородном шкафу *ШКМ*. Искровой разрядник *ИР-0,3* и газонаполненный разрядник *Р-350* защищают кабель и станцию от высоких напряжений, например, при грозовых разрядах. Плавкий предохранитель *СН-1* защищает от больших токов. Дренажная катушка *ДК* необходима для устранения помех, вызываемых токами разряда, которые проходят через *Р-350*. Запирающая катушка *ЗК* обеспечивает защиту от внешних и взаимных высокочастотных помех, наводимых на проводах ВЛС. Конденсатор $C_р$ разделяет цепи постоянного и переменного тока и дает возможность проводить измерения воздушной линии.

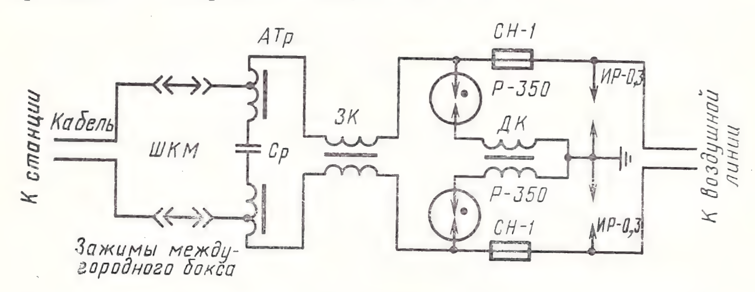


Рис. 11. Схема устройств для перехода от воздушной линии к станционному кабелю

§ 12. СВЕТОВОДНЫЕ ЛИНИИ СВЯЗИ

Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) в настоящее время являются наиболее перспективным видом многоканальной связи. Они находят все более широкое применение. Основными элементами ВОЛС являются стеклянные волокна (световоды), источники света (лазеры или светоизлучающие диоды) и приемники оптического излучения (фотодиоды). Волоконно-оптический кабель отличается от электрического кабеля в основном механическими свойствами и наличием дополнительных потерь от микроизгибов, которые могут возникнуть из-за прижатия волокна к неровностям поверхности.

В СССР эксплуатируются несколько ВОЛС, где используется волоконно-оптический кабель КВСП (кабель волоконный с силовыми элементами в полиэтиленовой оболочке). Кабель комплектуется (рис. 12) из унифицированных модулей, состоящих из пластмассового стержня диаметром 4 мм с геликоидальными пазами по периметру и 10 оптических волокон, расположенных в пазах этого стержня. Волоконный кабель может содержать 1, 2, 4, 7 и более модулей.

Оптическое волокно имеет кварцевый сердечник диаметром 50 мкм, кварцевую оболочку диаметром 125 мм и полимерное покрытие диаметром 0,7—1 мкм.

Световодный кабель имеет строительную длину 600—800 м. После прокладки его жилы соединяют сваркой с помощью малогабаритного лазера или электрической дуги под микроскопом.

В ВОЛС двусторонняя связь осуществляется по двум волоконным световодам кабеля: по одному сигнал идет в одну сторону, по другому — в другую.

Под действием электрического сигнала лазерное устройство, которое находится на передающем конце линии, излучает световой сигнал, проходящий по кабелю.

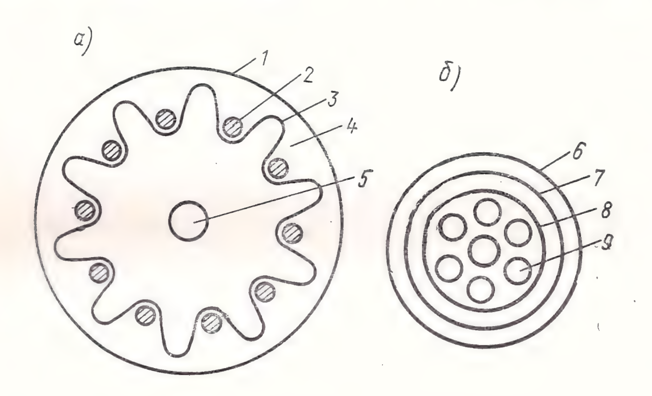


Рис. 12. Разрез световодного кабеля:

а — волоконный модуль, *б* — волоконный кабель; *1* — пластиковая лента, *2* — оптические волокна, *3* — фигурный сердечник, *4* — паз, *5* — армирующий силовой элемент, *6* — защитная оболочка, *7* — полиэтиленовая оболочка, *8* — алюминиевая оболочка, *9* — волоконные модули

Фотодиод, который находится на приемной стороне, преобразует световые колебания в электрические. В волоконно-оптических системах связи в основном используют цифровые системы передачи сигнала с импульсно-кодовой модуляцией (ИКМ).

Контрольные вопросы

1. Какие элементы кабельных линий вы знаете?
2. Какие типы кабелей вы знаете и какова их конструкция?
3. Каковы отличия симметричных от коаксиальных кабелей?
4. В чем преимущества и недостатки воздушных линий связи?
5. Что такое световодная линия?

ГЛАВА III

ОСНОВЫ ТЕЛЕФОНИИ. ТЕЛЕФОННЫЕ АППАРАТЫ И КОММУТАЦИОННЫЕ ПРИБОРЫ

§ 13. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ АКУСТИКИ

Телефонная связь является одним из самых распространенных видов электрической связи, которая дает возможность передавать звуки (речь) на расстояние.

Для передачи звуков на большие расстояния их преобразовывают на передающем конце в электрические колебания с помощью электроакустических преобразователей (микрофонов). На приемном конце эти колебания в электроакустических преобразователях (телефонах) вновь превращаются в звуковые колебания. Микрофон и телефон являются составными частями телефонного аппарата, в него также входят устройства приема и посылки сигналов вызова.

Для соединения телефонных аппаратов между собой используют линейные и станционные устройства — линии связи и телефонные станции ручного (РТС) или автоматического (АТС) действия.

Пространство, в котором распространяются звуковые волны, называется *звуковым полем.* Звучащее, т. е. колеблющееся, тело приводит в движение частицы воздуха, которые начинают колебаться в такт с колебаниями звучащего тела. Таким образом создаются звуковые волны, распространяющиеся со скоростью примерно 330 м/с. Размах этих колебаний, т. е. амплитуда, уменьшается (затухает) по мере удаления от звучащего тела. Время, в течение которого происходит одно полное колебание, называется *периодом* и обозначается буквой T. Число колебаний в секунду называется *частотой* и обозначается буквой f. Период и частота связаны соотношениями: $T=1/f$; $f=1/T$.

За единицу частоты взято одно колебание в секунду, измеряемое в герцах (Гц). Частота колебаний определяет тон звука: чем больше частота, тем выше звук. Человеческое ухо способно воспринимать звуковые колебания с частотой от 16 до 20 000 Гц.

Установлено, что для телефонной связи подходит только полоса частот от 300 до 3400 Гц. Она и рекомендована Международным консультативным комитетом по телефонии и телеграфии (МККТТ) и принята в качестве стандартной во всех странах мира.

Звуковое поле характеризуется звуковым давлением P и интенсивностью звука I. *Звуковым давлением* называется избыточное по сравнению с атмосферным давление, возникающее в среде при прохождении звуковой волны. Единицей звукового давления является паскаль (Па), численно равный силе в один ньютон (Н), деленный на квадратный метр (Н/м^2).

Интенсивностью звука называется средняя по времени энергия, которую звуковая волна переносит в единицу времени через едини-

цу площади поверхности, расположенной перпендикулярно направлению распространения волны. Интенсивность звука I выражается в ваттах на квадратный метр (Вт/м²).

Восприятие речи или звуков происходит следующим образом. Звуковые волны, попадая в ухо человека, вызывают колебания барабанной перепонки. Эти колебания передаются через слуховую систему к слуховым нервам и вызывают их раздражение, которое воспринимается мозгом как звук.

Для расчетов и количественного анализа пользуются относительными уровнями давления и интенсивности, выраженными в децибелах (дБ).

Для определения уровней интенсивности и звукового давления на любой частоте приняты интенсивность нулевого уровня $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м² и звуковое давление нулевого уровня $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па. Они примерно соответствуют минимальной интенсивности и минимальному звуковому давлению, воспринимаемым человеческим ухом на частоте 1000 Гц.

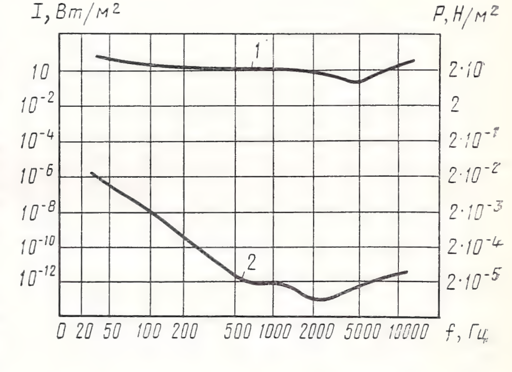


Рис. 13. Зависимость порога болевого ощущения и порога слышимости от частоты:
1 — порог болевого ощущения, 2 — порог слышимости

Звуки, произнесенные с одинаковой интенсивностью разными людьми, отличаются друг от друга. Это объясняется тем, что при произнесении звука кроме основной частоты (основного тона) возникает ряд дополнительных частот (обертонов), количество и интенсивность которых для каждого человека различны. Обертонами и определяется тембр голоса.

Человеческое ухо может улавливать только те звуковые колебания, интенсивность которых больше определенной минимальной величины, называемой *порогом слышимости*. Этот порог различен для разных частот. Кривая, соединяющая точки, соответствующие порогу слышимости каждой из частот, называется *кривой порога слышимости*. На рис. 13 показана зависимость порога слышимости от частоты.

Очень громкие звуки воспринимаются ухом как болевые ощущения. Величина интенсивности звука или звукового давления, при котором начинает наблюдаться ощущение боли, называется *порогом ощущения давления* или *болевого ощущения*. Как видно из рис. 13, порог болевого ощущения также зависит от частоты звука и имеет наименьшее значение при частоте порядка 5000 Гц.

Мерой громкости звука является *уровень громкости*. Звуковые колебания с разными частотами, но одинаковыми интенсивностями воспринимаются как звуки разной громкости. Например, громкость

звука с частотой 100 Гц при интенсивности $I = 10^{-8}$ Вт/м² находится на пороге слышимости, а звук с частотой 500 Гц при той же интенсивности будет слышен достаточно сильным, так как он находится внутри области слышимости, ограниченной верхней (*1*) и нижней (*2*) кривыми (рис. 13).

Свойство уха изменять порог слышимости (приспосабливаться к громкости воспринимаемого звука) называется *адаптацией слуха*. Процесс адаптации происходит с некоторым запаздыванием во времени (3—5 с), что необходимо учитывать при разработке схем телефонных аппаратов.

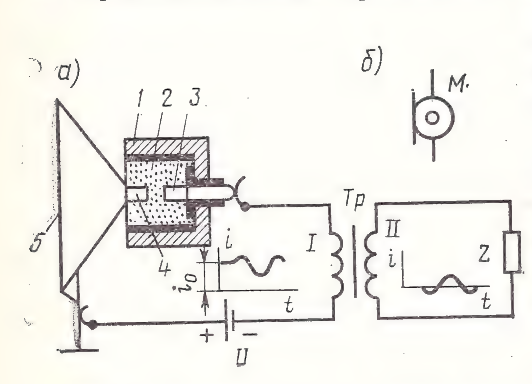


Рис. 14. Устройство (*а*) и условное изображение (*б*) угольного микрофона:

1 — корпус, *2* — угольный порошок, *3* — неподвижный электрод, *4* — подвижный электрод, *5* — мембрана

При воздействии на ухо звуков разной громкости громкий звук заглушает слабый и ухо воспринимает не два, а один звук. Это явление называется *маскировкой звука*.

Основными характеристиками качества телефонной передачи являются разборчивость, громкость и натуральность воспроизводимой речи на приемном конце. Разборчивость определяется количеством слогов, принятых без искажения. Натуральность характеризуется тембром речи, позволяющим узнавать говорящего по голосу.

Мощность звуковых колебаний (громкость) речи может изменяться в довольно больших пределах (от шепота до крика). Диапазон измерения мощности звука выражают в децибелах, он называется *динамическим диапазоном речи* и может быть рассчитан, дБ,

$$Д = 10 \lg \frac{5000}{0{,}01} = 57,$$

где 5000 — мощность звуковых колебаний при крике, мкВт; 0,01 — то же, при шепоте, мкВт.

Динамический диапазон при передаче звука по телефонным каналам составляет 25—30 дБ.

§ 14. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ МИКРОФОНА

Микрофон (рис. 14) предназначен для преобразования звуковых колебаний в электрические. При разговоре перед микрофоном звуковые волны действуют на мембрану, которая в зависимости от интенсивности звука то сильнее, то слабее давит на подвижный электрод. Расстояние между электродами изменяется, соответственно

меняется и сопротивление угольного порошка между ними. В связи с этим изменяется и ток i в цепи микрофона при постоянном напряжении U источника питания. Если мембрана не колеблется, в цепи протекает постоянный ток i_0.

Переменная составляющая тока микрофона, проходя по первичной (I) обмотке трансформатора Tp, наводит во вторичной (II) его обмотке переменную электродвижущую силу (эдс) E звуковой частоты, под действием которой появляется ток в цепи сопротивления нагрузки Z.

Таблица 3. **Параметры микрофонных капсюлей**

Тип микрофона	Диапазон частот, кГц	Средняя чувствительность, В/Па	Неравномерность частотной характеристики, дБ
МК-10	0,3—3,5	0,25—0,3	34,5
МК-16	0,3—4,0	0,45—0,55	12—15

Чувствительностью микрофона ($S_м$) называется отношение эдс (E) во вторичной обмотке трансформатора к звуковому давлению (P), действующему на мембрану микрофона:

$$S_м = E/P.$$

Зависимость чувствительности микрофона от частоты при постоянной величине звукового давления называется *частотной характеристикой чувствительности микрофона.* Она достигает максимума на частотах 1200—1600 Гц.

Сопротивление микрофона зависит от его положения в пространстве, расстояния между электродами, тока питания и величины зерен угольного порошка. Микрофоны бывают низкоомными (30—65 Ом), среднеомными (65—145 Ом) и высокоомными (145—300 Ом).

Микрофоны для телефонных аппаратов изготовляются в виде капсюлей, имеющих штампованный латунный корпус.

Параметры микрофонных капсюлей приведены в табл. 3.

Для усиления звуковых колебаний микрофон снабжается небольшим рупором.

В телефонии широко применяется угольный микрофон. Его отличает сравнительно низкая стоимость и простота устройства. Однако угольный микрофон неравномерно усиливает различные частоты речи, его чувствительность и сопротивление изменяются с течением времени и зависят от положения микрофона в пространстве.

Применяются также электромагнитные микрофоны. Величина эдс, вырабатываемая микрофоном с электромагнитной системой, в несколько десятков раз меньше, чем у угольного микрофона, поэтому его используют, как правило, вместе с усилителем.

§ 15. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ТЕЛЕФОНА

Телефон предназначен для преобразования электрических колебаний в звуковые волны. Он состоит (рис. 15, *а*) из постоянного магнита *1*, полюсных надставок *2*, на которые насажены катушки *3*, и мембраны *4*. Если ток в цепи постоянный, мембрана телефона притянута к магниту. При прохождении переменного электрического тока по обмоткам катушек телефона создается переменный магнитный поток, который, взаимодействуя с полем постоянного магнита, изменяет силу притяжения мембраны к полюсным надставкам, вследствие чего мембрана колеблется и воспроизводит звук.

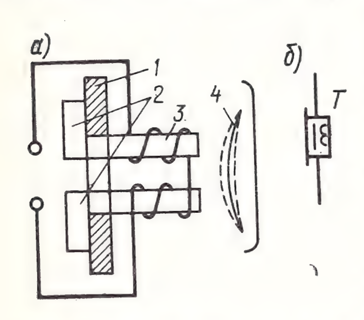


Рис. 15. Устройство (*а*) и условное изображение (*б*) телефона:

1 — постоянный магнит, *2* — полюсные надставки, *3* — катушка, *4* — мембрана

Чувствительностью телефона называется отношение звукового давления, развиваемого телефоном, к переменному напряжению на его зажимах: $S_т = P/U$.

Зависимость чувствительности телефона от частоты называется его *частотной характеристикой*. Неравномерность частотной характеристики измеряется в децибелах. Ею определяются искажения звука, воспроизводимого телефоном.

Типы применяемых телефонов и их характеристики приведены в табл. 4.

Таблица 4. **Основные типы телефонов и их параметры**

Тип телефона	Диапазон частот, кГц	Средняя чувствительность, Па/В	Неравномерность частотной характеристики, дБ
ТА-4	0,3—3,0	6	14
ТК-67	0,3—3,5	15	20
ДЭМК-7Т	0,3—3,5	22	8

В телефонных аппаратах для удобства пользования микрофон и телефон объединяют в микротелефонную трубку, в верхней части которой располагается телефон, а в нижней — микрофон. Трубка соединяется с телефонным аппаратом трех- или четырехпроводным шнуром.

Для удобства работы телефонисток на телефонных станциях ручного обслуживания и междугородных станциях микрофон и телефон объединяют в гарнитуру (рис. 16), состоящую из головного телефона и прикрепленного к нему микрофона.

§ 16. УСТРОЙСТВО ТЕЛЕФОННЫХ АППАРАТОВ

На рис. 17 показана схема телефонной связи по системе МБ (с местной батареей). Батарея электропитания $U_{МБ}=3$ В размещается либо внутри корпуса телефонного аппарата ТА, либо поблизости от него.

Переменный ток от микрофона *ТА1* протекает по первичной обмотке трансформатора *Тр* и наводит эдс во вторичной его обмотке. Под действием этой эдс в линии, соединяющей телефоны, и трансформаторах проходит переменный ток, благодаря которому абонент телефонного аппарата *ТА2* слышит в телефоне *Т2* разговор, происходящий перед микрофоном телефонного аппарата *ТА1*. Точно так же передается разговор от микрофона *М* аппарата *ТА2* к телефону *Т1* аппарата *ТА1*.

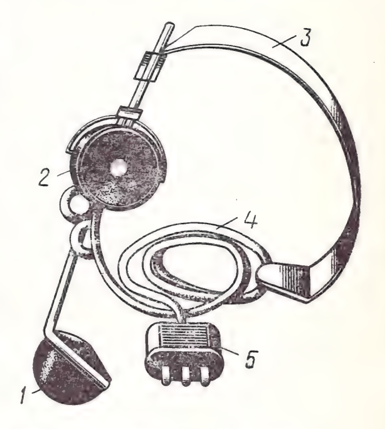


Рис. 16. Телефонно-микрофонная гарнитура ТМГ-1:
1 — микрофон, *2* — телефон, *3* — оголовье, *4* — шнур, *5* — штепсель

Переменный ток разговора, проходя через телефон и обмотку *II* трансформатора *Тр*, создает эдс в обмотке *I*, от которой проходит ток через $U_{МБ}$ и *М*, но влияния на микрофон он в этом случае не оказывает.

На рис. 18 показана схема питания телефонных аппаратов с центральной батареей ЦБ, применяемая в городских и сельских телефонных сетях общего пользования. При этом батарея с напряжением 24, 48 или 60 В находится на телефонной станции. Посто-

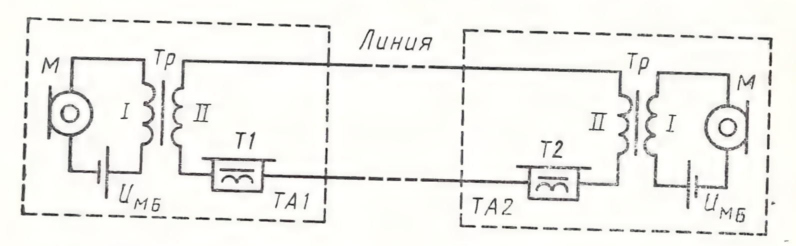


Рис. 17. Схема телефонной связи по системе МБ (с местной батареей)

янный ток от центральной батареи проходит через дроссели, в качестве которых применяются обмотки реле *Р1* и *Р2*, не пропускающие переменного тока от микрофонов, и разветвляется в линии к абонентам. С линии этот ток проходит через микрофон *М* и первичную обмотку *I* трансформатора *Тр* к абоненту. Допустим, абонент говорит с аппарата *ТА1*. Тогда переменный ток его микрофона проходит по цепи, состоящей из линии, микрофонов и первичных

обмоток трансформаторов *Тр*. Этот ток создает эдс во вторичных обмотках трансформаторов *Тр* и абонент с аппарата *ТА2* слышит разговор от микрофона абонента *ТА1* в своем телефоне *Т2*. Через конденсаторы *С* проходит переменный ток при разговоре абонентов.

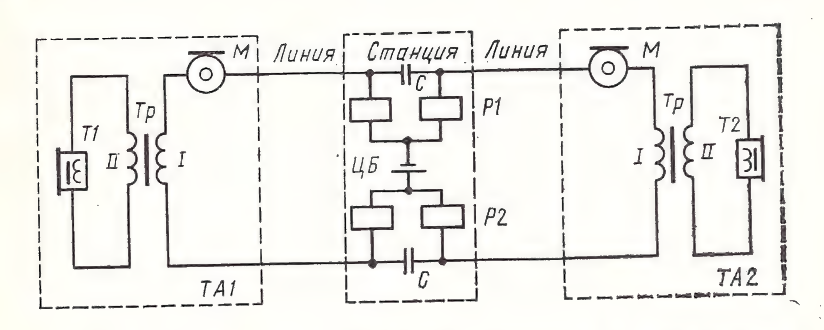


Рис. 18. Схема питания телефонных аппаратов с центральной батареей ЦБ

В телефонных аппаратах системы МБ (с местной батареей) кроме разговорных приборов (микрофона, телефона, трансформатора) имеются вызывные приборы — для посылки и приема вызова. Для посылки вызова применяется индуктор (на рис. 18 не показан), представляющий собой небольшой генератор переменного тока, вырабатывающий напряжение 50—60 В частотой 15—20 Гц. В конструкцию индуктора входят постоянные магниты, якорь, зубчатая передача и ручка для вращения с помощью этой передачи оси якоря. При вращении ручки индуктора замыкается контакт с линией и в линию подается индукторный ток.

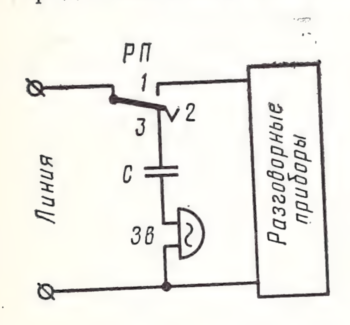


Рис. 19. Схема включения звонка (*Зв*) и рычажного переключателя (*РП*)

Для приема сигнала вызова используется звонок переменного тока. Его принцип действия аналогичен принципу действия электромагнитного телефона (см. рис. 15) с той лишь разницей, что вместо мембраны у звонка якорь с бойком. Притяжение якоря к сердечникам катушек сопровождается ударами бойка о звонковые чашки. Звонок работает от тока 2—3 мА и регулируется на частоту 15—20 Гц.

На рис. 19 приведена схема включения звонка и рычажного переключателя *РП*, который служит для переключения цепей в телефонном аппарате.

Когда абонент не говорит, микротелефонная трубка находится на рычажном переключателе и к линии подключен звонок *Зв*. При поступлении с линии вызова сигнал проходит через замкнутые кон-

такты *3—2*, конденсатор *C* и звонок. При снятии трубки звонок отсоединяется от линии и к ней контактами *3—1* рычажного переключателя *РП* подсоединяются разговорные приборы.

В телефонных аппаратах, подключаемых к АТС, применяется номеронабиратель *НН* для набора необходимого номера абонента. Номеронабиратели бывают дисковые и кнопочные.

Дисковый номеронабиратель (рис. 20) состоит из заводного (пальцевого) диска с отверстиями, неподвижного диска с цифрами 1, 2, ..., 9, 0, спиральной пружины, под действием которой заводной диск возвращается в исходное положение, центробежного регулятора для обеспечения постоянства частоты вращения диска, шестерен и контактов.

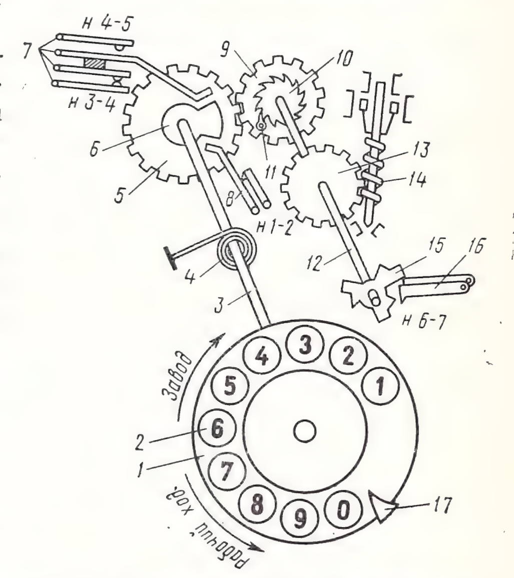


Рис. 20. Устройство дискового номеронабирателя:

1 — пальцевый диск, *2* — цифровой диск, *3* — главная ось, *4* — заводная пружина, *5* — большая шестерня, *6* — упор-сегмент, *7* — пружина с контактами, шунтирующими импульсные контакты (*н*4—5) и разговорную часть схемы (*н*3—4), *8* — пружина с контактами (*н*1—2), шунтирующими телефон, *9* — малая шестерня, *10* — храповое колесо, *11* — собачка, *12* — ось, *13* — червячное колесо, *14* — центробежный регулятор, *15* — импульсная звездочка, *16* — пружина с импульсными контактами (*н*6—7), *17* — упор

Когда абонент поворачивает заводной диск, вращается главная ось и укрепленная на ней большая шестерня, при этом заводится пружина. Одновременно вращается малая шестерня, на которой укреплена собачка. Последняя свободно скользит по зубцам храповика, насаженного на ось. В этот момент ось, червячное колесо и импульсная звездочка остаются неподвижными. После того как абонент, доведя палец до упора, отпустит диск, последний под действием пружины возвращается в исходное положение. При этом ось приходит в движение, так как теперь собачка упирается в зубцы храповика. Центробежный регулятор, связанный с осью червячной передачей, обеспечивает постоянство частоты вращения этой оси. На оси самого регулятора укреплены тормозные колодки, которые трутся о внутренние стенки латунного цилиндра, обеспечивая равномерное движение механизма номеронабирателя.

При обратном ходе диска звездочка попеременно размыкает и замыкает импульсный контакт *н6—7*. Количество подаваемых в линию импульсов соответствует набираемой цифре.

Однако звездочка производит на два замыкания и размыкания больше, чем требуется, т. е. номеронабиратель создает два лиш-

них импульса тока. Эти импульсы гасятся с помощью шунтирующего контакта *н4—5*, размыкающегося при заводе диска и замыкающегося после посылки нужного числа импульсов благодаря наличию сегмента. Таким образом, интервал времени между двумя последовательными наборами удлиняется примерно на 100 мс.

Контакты *н1—2* и *н3—4* служат для шунтирования во время набора номера устройств разговорной части аппарата и, кроме того, обмотки телефона. Они замыкаются с началом движения сегмента и размыкаются после возвращения его в исходное положение. При этом контакт *н1—2* замыкается несколько раньше, чем контакт *н3—4*, а размыкается несколько позже.

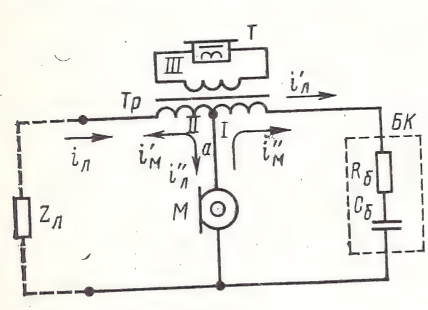


Рис. 21. Мостовая противоместная схема телефонного аппарата

В некоторых конструкциях номеронабирателей применяют несколько иное построение контактных групп (например, используют трехпружинные контактные группы, что позволяет уменьшить их число).

В кнопочных номеронабирателях при нажатии кнопок, соответствующих определенным цифрам набираемого номера, используются различные способы передачи сигналов: при импульсном способе с помощью электронных схем формируются импульсы и паузы различной продолжительности, как в дисковых номеронабирателях, при частотном способе в линию посылается определенное количество тональных частот.

Кнопочные номеронабиратели удобны и экономят время набора.

§ 17. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ТЕЛЕФОННЫХ АППАРАТОВ АТС

В схемах существующих телефонных аппаратов, показанных на рис. 17 и 18, имеется существенный недостаток — наличие так называемого местного эффекта. Местный эффект — это прослушивание абонентом своего разговора в телефоне. При этом прослушиваются через микрофон и местные шумы. Все это снижает слышимость сигналов небольшого уровня, поступающих с линии, соответственно ухудшается качество передачи. Для снижения влияния местного эффекта применяются противоместные схемы телефонных аппаратов: мостовая или компенсационная.

Мостовая противоместная схема приведена на рис. 21. На этой схеме показаны разговорные приборы: микрофон *М*, телефон *Т*, трансформатор *Тр*, балансный контур *БК* (резистор $R_б$ и конденсатор $C_б$) и входное сопротивление линии $Z_л$. Не показаны устройства вызова и рычажный переключатель, рассмотренные выше.

Микрофон по системе ЦБ получает питание от линии. При разговоре образуется переменный ток, который от микрофона в точ-

ке a разветвляется в обмотках I и II трансформатора Tp на токи $i_м'$ и $i_м''$. Эти токи проходят соответственно через сопротивление линии $Z_л$ и балансный контур $БК$. Если обмотки I и II трансформатора одинаковы, а сопротивление $БК$ равно сопротивлению линии, то $i_м' = i_м''$. Так как токи направлены противоположно, то они создадут в обмотке III трансформатора равные по величине и противоположно направленные магнитные потоки, индуктирующие эдс, сумма которых будет равна нулю, а значит, тока в цепи телефона T не будет.

Таким образом, при разговоре в микрофон M разговор в телефоне T прослушиваться не будет, т. е. местный эффект не проявляется. Для того чтобы скомпенсировать емкостное сопротивление линии, в балансный контур включен конденсатор $C_б$.

При приеме разговора с линии ток $i_л$ проходит по обмотке II трансформатора и в точке a разветвляется, одна часть его $i_л''$ пройдет через микрофон M, а другая $i_л'$ — по обмотке I трансформатора и $БК$. Причем токи $i_л$ и $i'_л$ совпадают по направлению. В обмотке III трансформатора они создадут суммарную эдс, под действием которой в цепи телефона T будет прослушиваться разговор с линии.

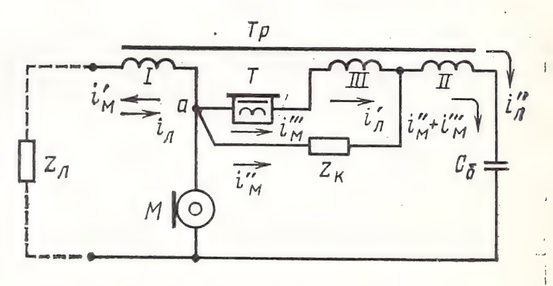


Рис. 22. Компенсационная противоместная схема телефонного аппарата

Мостовая противоместная схема дает эффект, если $i_м' \approx i_м''$. На практике такого полного равенства добиться трудно, так как линии от абонента к станции различны по протяженности и имеют различное $Z_л$. К тому же равенство сопротивлений линии и балансного контура можно осуществить в некотором диапазоне частот, а не во всей полосе частот разговорного спектра.

Компенсационная противоместная схема показана на рис. 22. При разговоре переменный ток от микрофона в точке a разветвляется на ток $i_м'$, поступающий по обмотке I трансформатора в линию, ток $i_м'''$, проходящий через телефон T и обмотку III трансформатора, и ток $i_м''$, который проходит через компенсационное сопротивление $Z_к$. Через обмотку II трансформатора и конденсатор $C_б$ будет проходить суммарный ток $i_м'' + i_м'''$.

Все три обмотки находятся на общем сердечнике и включены согласованно. Количество витков этих обмоток подобрано так, что эдс, индуктированные от обмоток I и II в обмотку III, создают суммарную эдс, равную нулю, т. е. компенсируют друг друга, и поэтому ток, проходящий через телефон, будет равен нулю.

При приеме разговора с линии токи $i_л$, $i_л'$, $i_л''$ в обмотках I, II, III трансформатора совпадают по направлению, вследствие чего эффект компенсации не возникает и разговор в телефоне прослу-

шивается. Конденсатор $C_б$ препятствует прохождению постоянного тока от линейной батареи через электромагнитный телефон *Т*. Кроме того, он является элементом балансного контура.

Принципиальная схема телефонного аппарата настольного типа, выпускаемого отечественной промышленностью, представлена на рис. 23. Если микротелефонная трубка с аппарата не снята, то контакты *1—2* рычажного переключателя *РП* разомкнуты, а *7—6* — замкнуты, создана цепь для приема сигналов вызова и отключения разговорных цепей. Переменный ток вызова проходит от зажима линии *Л1* через звонок *Зв,* контакты *7—6 РП,* конденсатор *С1* и в линию через зажим *Л2.* При снятии микротелефонной трубки контакты *1—2* и *5—6* замыкаются. Создается цепь, по которой проходит постоянный ток: зажим линии *Л1,* контакты *1—2* рычажного переключателя *РП,* обмотка *I* трансформатора *Тр,* микрофон *М,* контакты номеронабирателя *6—7, 4—5* и зажим линии *Л2.*

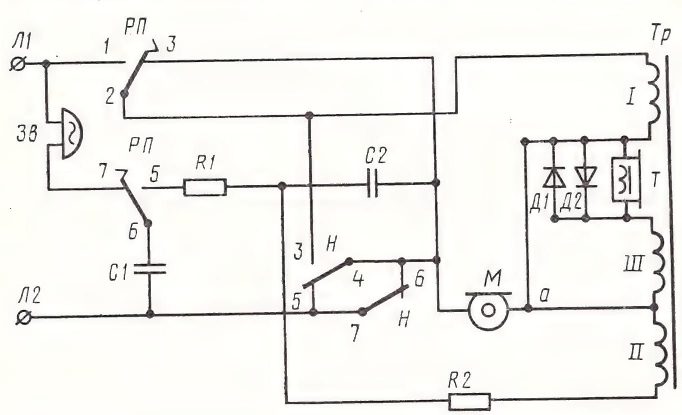


Рис. 23. Принципиальная схема телефонного аппарата настольного типа

Если телефонный аппарат включен в АТС, то при этом на станции срабатывают определенные приборы и к аппарату поступает переменный ток частотой 450 Гц, который прослушивается в телефоне *Т* (сигнал разрешения набора номера — непрерывный ток). Абонент набирает нужный номер. Контакты *3—4* номеронабирателя являются шунтирующими для разговорных приборов, а *6—7* — импульсными. При наборе номера контактами *6—7* в цепи создаются импульсы тока: зажим линии *Л1,* контакты *1—2* рычажного переключателя (трубка снята), замкнутые контакты *н3—4,* контакты *н6—7* и зажим линии *Л2.*

Здесь применена мостовая противоместная схема. Резисторы *R1* (560 Ом), *R2* (100 Ом) и конденсаторы *С1* (1 мкФ), *С2* (0,5 мкФ) являются элементами балансного контура.

При наборе номера конденсатор *С1* вместе с конденсатором *С2* и резистором *R1* образуют искрогасительный контур, подключенный параллельно к импульсному контакту *6—7* номеронабирателя.

Кратковременные помехи в абонентской линии воздействуют на разговорные цепи, в частности телефон, что приводит к акустическим ударам. Для уменьшения их влияния в цепь включены диоды *Д1* и *Д2*, которые при больших помехах шунтируют телефон. Эти диоды уменьшают также силу щелчка при заводе и возвращении диска номеронабирателя.

Для удаленных от АТС абонентов выпускают телефонные аппараты ТАУ-03 и ТАУ-04 с транзисторными усилителями передачи и приема. Упрощенная структурная схема такого телефонного аппарата показана на рис. 24. В качестве микрофона и телефона в ней применяются электромагнитные капсюли ТА-4, которые подключаются соответственно через усилители передачи $Ус_{пер}$ и приема $Ус_{пр}$. В аппарате используется мостовая противоместная схема. Телефон вместе с усилителем включен в среднюю точку трансформатора *Тр1*, поэтому в нем не прослушивается разговор со своего микрофона *М*. Дроссель *Др* служит для подачи постоянного тока на усилитель $Ус_{пер}$, он также не пропускает разговорного тока. *БК* — регулируемый балансный контур, а *ШК* — блок шунтирующего контакта, который замыкается на 0,5 с после снятия микротелефонной трубки, увеличивая тем самым надежность срабатывания приборов приема вызова. Включенный в схему шунтирующий блок питания *ШП* регулирует работу усилителей в соответствии с сопротивлением абонентской линии.

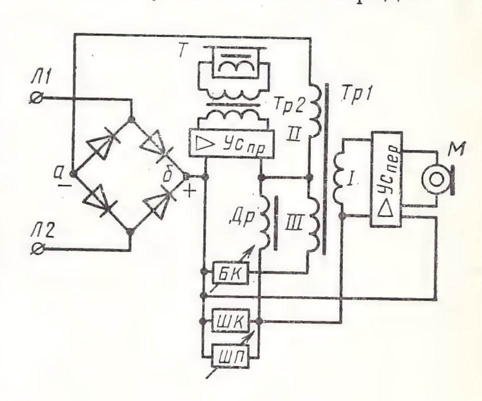


Рис. 24. Упрощенная структурная схема телефонного аппарата с усилителями

Непосредственно в линию включен выпрямительный мост (на полупроводниковых диодах), обеспечивающий постоянную полярность напряжения в точках *а* и *б* (напряжение питания усилителей) при любой полярности напряжения на линейных зажимах *Л1* и *Л2*.

§ 18. СПАРЕННОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ ТЕЛЕФОННЫХ АППАРАТОВ

В телефонной связи большая часть средств, затрачиваемых на строительство и эксплуатацию всех устройств телефонной сети, идет на линейные сооружения, тогда как коэффициент их использования очень низкий (особенно линий квартирных телефонных аппаратов), так как в абонентскую линию можно включить лишь один основной телефонный аппарат, имеющий свой собственный номер на телефонной станции.

Иногда подключают к одной линии два телефонных аппарата параллельно (параллельное включение), при этом оба телефонных аппарата имеют один станционный номер. Такой способ включения не позволяет осуществить раздельную посылку вызова в телефонные аппараты и исключить взаимное прослушивание абонентов.

Недостатки параллельного включения телефонных аппаратов устраняются, если в абонентскую линию их включать по спаренной схеме, через специальные устройства — блокиратор или диодно-триодные приставки. При этом появляется избирательность вызова, т. е. возможность индивидуального вызова одного из абонентов, включенных в линию. В результате исключается взаимное прослушивание разговора с любого аппарата, а также подзванивание во втором аппарате в момент поднятия трубки первого или во время набора номера.

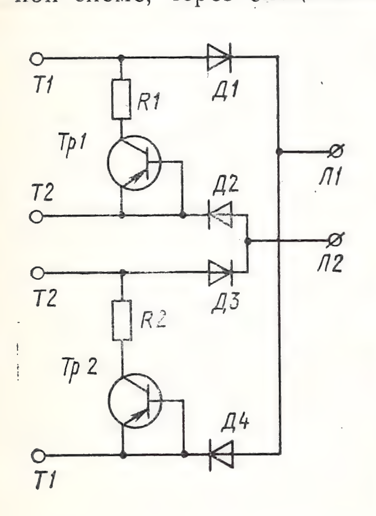


Рис. 25. Диодная приставка ДТП-2

Однако применение блокиратора не позволяет абонентам, телефонные аппараты которых включены по спаренной схеме, осуществлять взаимную телефонную связь, звонить во время занятости линии другим абонентом. Кроме того, вызов с междугородной телефонной станции может поступать не к тому абоненту, для которого он предназначен, если во время вызова линия оказалась занятой другим абонентом.

Для включения телефонных аппаратов через блокираторы необходимо (во многих типах аппаратов) делать перепайку монтажных проводников в схеме аппарата.

В настоящее время на многих телефонных сетях для включения телефонных аппаратов по спаренной схеме вместо блокираторов применяют диодные приставки. Номера телефонов, включаемых через приставку, отличаются друг от друга, как и при включении через блокираторы. При этом на АТС для спаренного включения телефонов применяются станционные устройства спаренного включения СУС или комплекты реле спаренных аппаратов КСА.

При включении аппаратов через эти устройства вместо розеток устанавливают диодные приставки ДТП-1 для включения одного абонента и ДТП-2 (рис. 25) для включения двух абонентов, а также диодно-тиратронные приставки АП-1.

При подаче питания на линейные зажимы отрицательной полярности на *Л1* и положительной на *Л2* диоды *Д1* и *Д2* будут открыты, а диоды *Д3* и *Д4* — закрыты. При этом открывается транзистор *Тр1* и переменный ток разговора проходит через диоды *Д1* и *Д2*, резистор *R1* и открытый транзистор, создавая падение напряжения

на резисторе *R*. Это напряжение будет приложено к абонентским зажимам *Т1* и *Т2*. При изменении полярности линейной батареи на зажимах *Л1* и *Л2* откроется транзистор *Тр2* и аналогично будет работать нижняя часть схемы.

§ 19. ПОДКЛЮЧЕНИЕ ТЕЛЕФОННЫХ АППАРАТОВ К ЛИНИИ И УСТРАНЕНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ

Для соединения телефонного аппарата с абонентской линией служат телефонные розетки. Их выпускают следующих типов: двухконтактные РТ-2 — для установки аппарата без подключения к нему параллельного телефона или дополнительного звонка, трехконтактные РТ-3 — для установки аппарата с подключением к нему спаренного телефона через блокиратор или добавочного звонка.

Применяют также специальные розетки РТБ, в которые кроме контактных зажимов включен конденсатор емкостью 1 мкф и установлены дополнительные контакты. Если штепсель телефонного аппарата вынуть из розетки, то дополнительные контакты подключат к линии конденсатор для создания безобрывной цепи при проверке линии со станции. При включении штепселя телефонного аппарата конденсатор отключается. Такое устройство дает возможность подключать аппарат к любой из соединенных между собой розеток.

Выпускаются также розетки РТШК плоской формы и с большим числом контактов для различных схем включения телефонных аппаратов.

Для отыскания и устранения повреждений в абонентских линиях и телефонных аппаратах применяют микротелефон или измерительные приборы. Быстрое устранение повреждений зависит от правильного определения характера и места повреждения. Отыскание неисправности всегда следует начинать с проверки качества контактов зажимов и паек, целостности проводов и шнуров.

Основные неисправности в цепях разговорного тракта (когда ничего не слышно): обрыв микротелефонного шнура или обрыв в катушках телефонного капсюля, нарушение контакта между капсюлем и контактными пружинами, замыкание жил микротелефонного шнура, слабые зажимы в микрофоне, аппарате или розетке, разрегулированность или загрязненность контактных пружин рычажного переключателя.

Абонент слышит плохо, а его слышно хорошо: неисправен телефонный капсюль, случайные замыкания жил микротелефонного шнура.

Абонент слышит хорошо, а его слышно плохо: неисправен микрофон, плохой контакт между микрофонным капсюлем и пружинами.

Отсутствие сигнала приема вызова объясняется нарушением цепи звонка: обрывом проводников в его катушках или проводов, по которым подается питание к звонку, плохой регулировкой звонка,

обрывом конденсатора вызывной цепи, размагничиванием постоянного магнита звонка.

Повреждения устраняются регулировкой контактных пружин и чашек звонка, заменой отдельных деталей и узлов аппарата. На месте установки телефонного аппарата устраняются только мелкие неисправности. Если повреждения обнаружены в монтажной схеме, в катушках звонка или номеронабирателе, то целесообразнее заменить аппарат, а повреждение устранить в стационарных условиях.

§ 20. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОММУТАЦИОННЫХ ПРИБОРАХ

Коммутационные приборы — это устройства, которые при поступлении на них управляющего сигнала обеспечивают замыкание, размыкание и переключение цепей, т. е. коммутацию. К таким устройствам относятся как контактные приборы — реле, искатели, многократные соединители, так и бесконтактные — транзисторы, диоды, тиратроны, магнитные элементы и интегральные схемы. Применяются также реле с герметизированными контактами (герконы) и ферриды, которые по быстроте срабатывания подобны электронным приборам и называются квазиэлектронными.

Коммутационные приборы обычно коммутируют несколько линий или проводов, т. е. говорят о коммутационной группе, элементы которой переключаются одновременно под действием управляющего сигнала. К устройствам, принимающим управляющие сигналы, относятся обмотки реле, электромагнитов искателей и соединителей, управляющие цепи транзисторов и т. п.

В зависимости от устройства коммутационного прибора число коммутационных групп в нем может быть различным и определяет его емкость (число выходов). Например, в шаговом искателе ШИ-11 имеется 11 коммутационных групп, каждая из которых состоит из трех одновременно переключаемых элементов.

В многократном координатном соединителе МКС $20\times20\times6$ их 400, по шесть элементов в каждой группе (т. е. число переключаемых одновременно проводов равно шести). При установлении соединения, искатель, реле МКС обеспечивают переключение только одной коммутационной группы.

Основными параметрами коммутационных приборов являются время переключения и число переключений, определяющие срок службы или долговечности прибора.

§ 21. ТЕЛЕФОННЫЕ РЕЛЕ И ИХ РЕГУЛИРОВКА

Телефонные реле используют для коммутации разговорных цепей, управления соединением, приемкой и посылкой сигналов взаимодействия. Они подразделяются по габаритам — на нормальные и малогабаритные, по конструкции сердечника — на плоские и круглые, по роду потребляемого тока — постоянного и переменного тока, по скорости действия — на быстродействующие, нормальные,

замедленные (время срабатывания соответственно до 10 мс, 30 мс и 0,5 с).

В коммутаторах ЦБ городских телефонных сетей и междугородных коммутаторах применяют в основном реле РПН (реле плоское нормальное) и РКН (реле круглое нормальное). Конструкция реле РПН показана на рис. 26. Оно состоит из сердечника, на который насажена катушка с обмоткой из медной изолированной проволоки, якоря прямоугольного сечения с пластиной отлипания и контактных пружин. При прохождении постоянного тока по обмотке сердечник намагничивается и притягивает якорь, который изолированным упорным винтом нажимает на пружины и переключает контакты реле. После выключения тока сердечник реле размагничивается, и якорь под действием пружины и давления контактных групп возвращается в исходное состояние. Латунная пластина отлипания служит для того, чтобы после выключения тока якорь не оставался притянутым под действием остаточного намагничивания.

Поляризованные реле ТРМ, ТРЛ (телефонные реле местные и линейные) и РП-5 обладают одной конструктивной особенностью — наличием постоянного магнита. В этих реле имеются два контакта — левый и правый, и якорь при перемене направления тока, подаваемого в обмотку реле, притягивается то к одному, то к другому контакту. Эти реле отличает высокая чувствительность (ток срабатывания около 1—5 мА).

Обозначения реле и контактов на схемах приведены на рис. 27.

Нередко бывает необходимо увеличить или уменьшить замедление реле на срабатывание или отпускание. Это можно выполнить конструктивным путем, т. е. намотать на сердечник реле несколько слоев медного провода либо установить медное кольцо или трубку, которые выполняют роль одного короткозамкнутого витка с очень малым сопротивлением. При прохождении тока по обмотке реле образуется нарастающий магнитный поток, который вызывает появление тока в медном кольце. Этот ток, в свою очередь, создает дополнительный магнитный поток, направленный против основного. Поэтому нарастание основного магнитного потока замедляется и время срабатывания реле увеличивается. На рис. 27 реле *4* поляризованное, а реле *3* и *5* — с конструктивным замедлением.

При прекращении подачи тока в обмотку реле основной магнитный поток и магнитное поле вокруг медного кольца уменьшаются, но так как в этом случае они совпадают по направлению, то общий магнитный поток равен их сумме, в связи с чем время отпускания реле увеличивается.

Схемные способы изменения скорости срабатывания и отпускания реле состоят в подключении параллельно обмотке реле резистора или конденсатора.

Для регулировки реле и других коммутационных приборов на телефонных станциях применяются станционные наборы инструментов, которые обычно входят в комплект, поставляемый заводами-изготовителями.

Один из таких наборов показан на рис. 28.

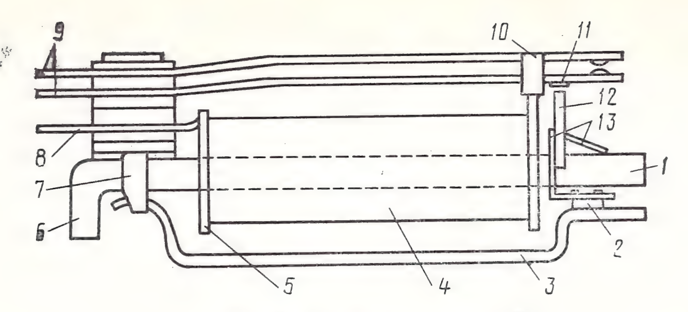


Рис. 26. Устройство реле РПН:

1 — сердечник, *2* — латунная пластина отлипания, *3* — якорь, *4* — катушка, *5* — гетинаксовые щеки катушки, *6* — основание, *7* — направляющий угольник, *8* — выводные штифты обмоток, *9* — контактные пружины, *10* — лапка пружины покоя, *11* — лапка рабочей пружины, *12* — упор якоря, *13* — латунный мостик с выступом для регулирования

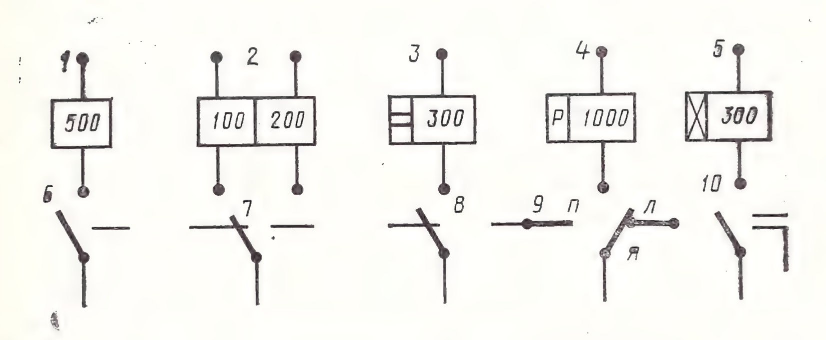


Рис. 27. Обозначение реле и контактов на схемах:

1—5 — реле, *6—10* — контакты реле

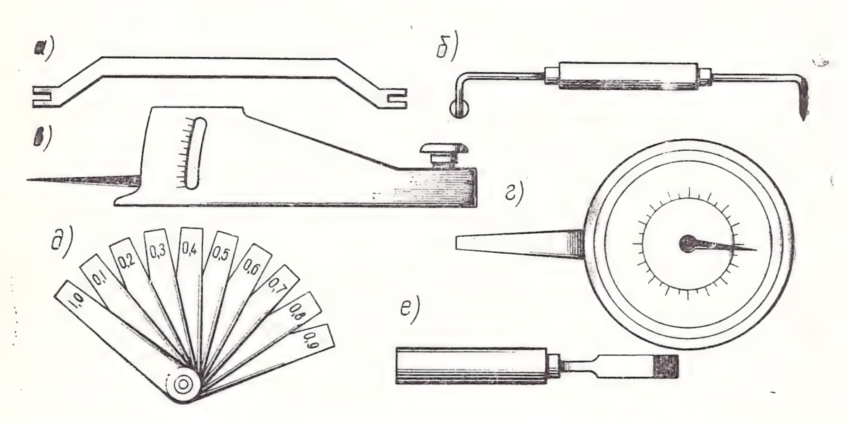


Рис. 28. Инструменты для регулировки реле:

а — регулировочная лапка, *б* — боковая отвертка, *в* — плоский граммометр, *г* — круглый граммометр, *д* — щуп для измерения люфта и зазора, *е* — чистодел

Регулировочная лапка служит для изгибания контактных пружин реле. Боковая отвертка применяется для отвинчивания и завинчивания винтов в тех случаях, когда доступ к их шлицам затруднен. При измерении контактного давления используется плоский или круглый граммометр. Щуп представляет собой набор калиброванных пластин различной толщины, с помощью которых измеряют люфт и зазор между контактными пружинами. Чистодел выполнен в виде металлической пластинки с насечкой и предназначен для чистки контактов реле.

Регулировка реле производится в соответствии с его паспортом, в котором обычно указываются: схемы выводов и соединения обмоток, сопротивление обмоток и количество витков, схема пружинного пакета, токи срабатывания и отпускания, а также основные параметры регулировки реле.

Регулировку реле производят в такой последовательности: проверяют надежность крепления всех гаек и винтов, устанавливают соответствие количества контактных групп и их типов паспортным данным реле, определяют целостность обмоток реле, измеряют их сопротивление и соответствие схемы выводов и соединений обмоток паспортным данным, проверяют положение якоря реле и контактных пружин.

Якорь в нормальном положении должен по всей длине плотно прижиматься к сердечнику плоской пружиной, а в месте крепления не иметь боковой качки. Под действием контактных пружин якорь должен без задержки возвращаться в исходное положение. Ход якоря зависит от имеющихся на реле контактных групп и регулируется изгибанием упора.

Регулировка контактных пружин дает возможность обеспечить контактное давление рабочих пружин, их давление на щечку катушки, установить необходимые зазоры между лапками рабочих пружин и мостиков якоря. Контактные группы реле должны располагаться параллельно друг другу, контактные пары пружин находиться точно друг против друга и по возможности одновременно замыкаться и размыкаться. Регулировку контактных пружин реле можно производить только после того, как все винты и гайки будут надежно закреплены.

Основными параметрами регулировки реле РПН являются: ход якоря — путь, который проходит якорь при притяжении его к сердечнику (1—1,5 мм), контактное давление пружин (15—20 Гс), люфт — расстояние между лапками рабочих пружин и мостиком якоря (0,1—0,2 мм), зазор между контактами — расстояние между контактами незамкнутых пружин (0,5—0,6 мм).

Для высококачественной и бесперебойной работы телефонных коммутационных приборов необходимо, чтобы все детали и приборы находились в исправном состоянии, а их механическая и электрическая регулировки соответствовали техническим условиям, указанным в паспортах.

§ 22. ШАГОВЫЕ И ДЕКАДНО-ШАГОВЫЕ ИСКАТЕЛИ

В АТС применяются шаговые искатели ШИ-11 и ШИ-17 (рис. 29). Они представляют собой электромагнитный механизм, состоящий из электромагнита *Э,* якоря *Я,* собачки *С,* храпового колеса *X,* щеток *Щ* (на рисунке показана одна щетка) и контактного поля с ламелями *Л.*

При замыкании ключом *Кл* цепи через обмотку электромагнита *Э* проходит ток, его сердечник намагничивается и притягивает якорь. При этом собачка повернет храповик на один шаг и контактная щетка перейдет на другую ламель. При размыкании цепи ключом *Кл* якорь под действием пружины *П1* вернется в исходное положение, а собачка *С* под действием пружины *П2* западет за другой зуб храповика. От следующего импульса тока (замыкания ключа) щетка передвинется на следующую ламель, т. е. на один шаг, поэтому искатель называется шаговым. При подаче пяти импульсов он сделает пять шагов.

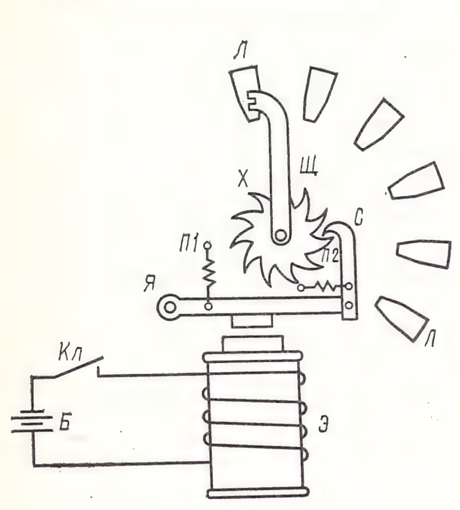


Рис. 29. Устройство шагового искателя

В искателях ШИ имеются две или три группы щеток, совершающие вращательное движение, и три группы ламелей.

В декадно-шаговых искателях ДШИ-100 щетки в отличие от шаговых искателей совершают подъемное и вращательное движение.

Движущий механизм ДШИ имеет два электромагнита — подъемный и вращательный. С якорями этих электромагнитов связаны движущиеся собачки, способствующие подъему и вращению ротора, на котором жестко насажены щетки. Кроме того, на роторе укреплены подъемная рейка для осуществления подъемного движения, храповой барабан для вращательного движения и направляющая гребенка, удерживающая ротор в поднятом положении.

Для коммутации щеток с нужной линией к ДШИ необходимо подать две серии импульсов. Под действием первой серии подъемный механизм поднимает щетки до нужного ряда, а под действием второй — ставит их на необходимые ламели. Стопорные собачки препятствуют обратному ходу ротора. После окончания разговора щетки движутся до конца вправо под действием специальных импульсов и выходят за пределы контактного поля. При этом зубец направляющей гребенки сходит с направляющего сегмента, и под

действием силы тяжести и пружины ротор со щетками падает вниз. После этого ротор под действием спиральной возвращающей пружины поворачивается налево и устанавливается в исходное положение.

Для улучшения эксплуатационных характеристик и повышения надежности декадно-шагового искателя был разработан модернизированный искатель ДШИ-100М. В нем улучшена механическая часть узла вращения, уменьшена сила удара движущих собачек, каждая декада дополнена 11-й контактной ламелью для служебных цепей, изъяты некоторые механические контакты.

На рис. 30 показано условное обозначение искателей, принятое на схемах.

§ 23. МНОГОКРАТНЫЙ КООРДИНАТНЫЙ СОЕДИНИТЕЛЬ

Основным недостатком шаговых и декадно-шаговых искателей является невысокое качество скользящего контакта щетка — ламель. В процессе работы сопротивление его изменяется и качество передаваемого звука ухудшается. К тому же от высокой скорости движения искателей снижается механическая прочность контакта, из-за чего его приходится часто регулировать, или искатель выходит из строя.

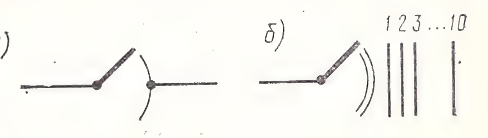


Рис. 30. Условные обозначения искателей:
а — ШИ, *б* — ДШИ

Многократные координатные соединители МКС не имеют указанных недостатков. Устройство такого соединителя, в частности МКС 20×10×6, показано на рис. 31. Первая цифра обозначает число вертикально расположенных пакетов (число вертикалей), вторая — число контактных групп, т. е. число горизонталей, третья — проводность — указывает, что в группе шесть контактов. Каждый пакет имеет вертикальную удерживающую планку *УП1—УП20* и удерживающий электромагнит. Каждому горизонтальному ряду соответствует выбирающий электромагнит *ВЭ1—ВЭ10*. Между горизонтальными рядами находятся вибрирующие планки, которыми управляют два выбирающих электромагнита.

Контактные группы замыкаются следующим образом. Вначале срабатывает выбирающий электромагнит горизонтальной планки, например *ВЭ1*, и поворачивает ее на некоторый угол, затем — удерживающий электромагнит вертикальной планки, который также ее поворачивает. Удерживающая планка нажимает на специальный выбирающий палец *Вп*, который давит на контактные пружины *кп*, осуществляя требуемое соединение. После замыкания контактной группы, которая находится на пересечении вертикального и горизонтального рядов, выбирающий электромагнит *ВЭ1* выключается

и соответствующая ему планка возвращается в исходное положение.

При разъединении цепи все элементы контактной группы приходят в исходное состояние.

Количество соединений, которое способно выполнять МКС, соответствует количеству вертикальных удерживающих планок в нем. Так, с помощью МКС 20×20×3 можно одновременно осуществить 20 соединений, т. е. 20 телефонных разговоров.

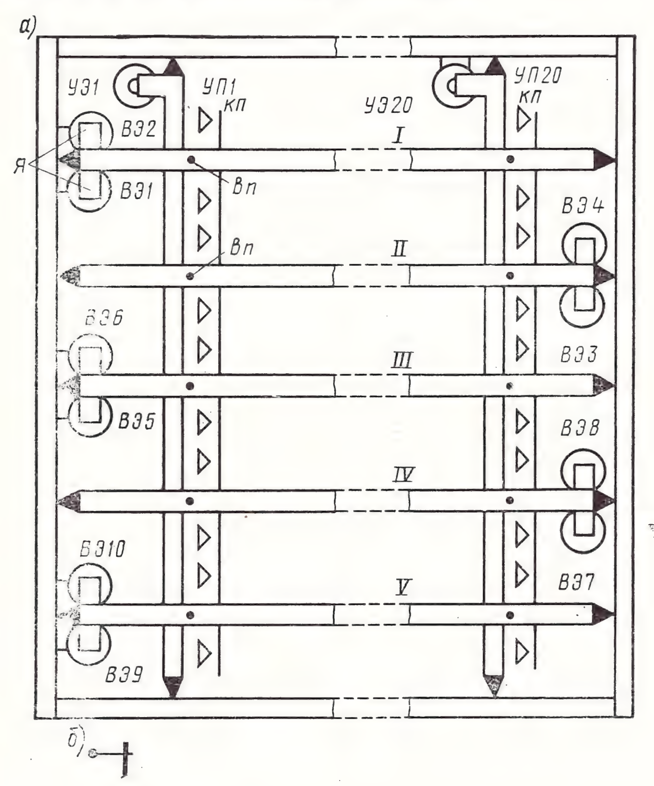


Рис. 31. Устройство многократного координатного соединителя МКС:
а — вид сверху, *б* — условное обозначение

В отличие от ШИ и ДШИ, где имеется один вход и несколько выходов и, следовательно, в любой данный момент существует возможность только для одного разговора, в МКС много входов и много выходов. Причем соединение в МКС осуществляется намного быстрее, чем в шаговых искателях.

Промышленность выпускает несколько типов многократных координатных соединителей, отличающихся числом вертикалей, горизонталей и проводностью (например, МКС 10×20×6, МКС 10×10×12, МКС 20×20×3 и др.). Их устройство и принцип действия подобны рассмотренному.

§ 24. ГЕРКОНЫ, ФЕРРИДЫ И БЕСКОНТАКТНЫЕ КОММУТАЦИОННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Геркон представляет собой стеклянный баллон длиной 20—50 мм и диаметром 3—5 мм, заполненный инертным газом, в который вмонтированы контактные пружины, изготовленные из магнитного материала. Контактные поверхности пружин покрыты золотом или другим неокисляемым металлом.



Рис. 32. Герконовое реле

Герконы применяются для изготовления герконовых реле или ферридов. Герконовое реле, показанное на рис. 32, представляет собой электромагнитную катушку *К*, внутри которой помещается один или несколько герконов *Г*. Для создания замкнутого магнитопровода в реле предусматривается ярмо из магнитного материала. При прохождении постоянного тока через катушку реле создается магнитное поле, силовые линии которого замыкаются через ярмо и контактные пружины. Последние притягиваются друг к другу и замыкают цепь. При выключении тока контакты размыкаются, и контактные пружины благодаря своей упругости возвращаются в исходное положение.

Феррид, показанный на рис. 33, подобен герконовому реле, но вместо ярма в нем используются ферридовые полукольца *Ф*, в которые помещен геркон *Г*. Каждое полукольцо имеет свою обмотку. При кратковременном пропускании токов одинакового направления через обмотки *1* и *2* контактные пружины замкнутся так же, как и в герконовом реле, но в отличие от него останутся замкнутыми и после выключения тока, что объясняется действием остаточного магнетизма ферридов. Для размыкания контакта через обмотку не-

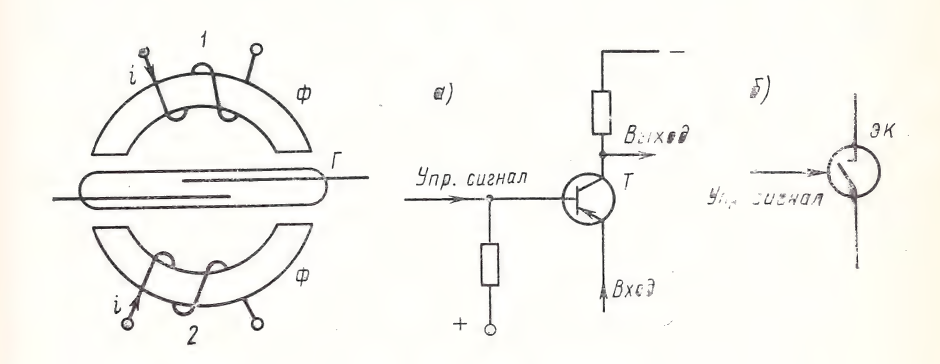


Рис. 33. Феррид

Рис. 34. Схема включения транзистора (*а*) и условное обозначение электронного контакта (*б*)

обходимо пропустить токи разных направлений, что приведет к размагничиванию ферридов.

Достоинством феррида является то, что в рабочем состоянии (при длительном замыкании контактов) он не потребляет электрической энергии.

Разновидностью геркона является гезакон — герметизированный запоминающий контакт, в котором контактные пружины используются в качестве переменных магнитов. Если под действием внешнего электромагнитного поля в них образуется магнитный поток одного направления, они замыкаются, а если противоположных направлений — размыкаются. Оба состояния контактных пружин гезакона являются устойчивыми и могут длиться достаточно долго. Коммутационные блоки, в которых используются гезаконы, обладают рядом преимуществ по сравнению с ферридовыми коммутационными блоками, в частности они имеют небольшие размеры, более просты в изготовлении, требуют меньшие токи управления.

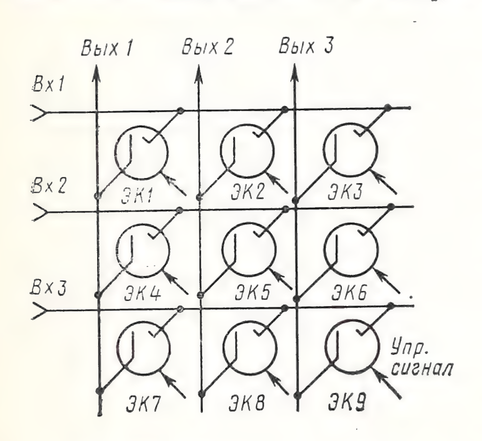


Рис. 35. Схема построения электронного соединителя

В качестве бесконтактных коммутационных элементов применяются диоды и транзисторы. Например, транзистор *Т* заперт подачей положительного потенциала на базу (рис. 34, *а*). При подаче отрицательного потенциала на базу транзистор *Т* открывается, т. е. в цепи эмиттер — коллектор пойдет ток. Если напряжение снять, то тока в цепи не будет и на участке эмиттер — коллектор резко повысится сопротивление (разрыв цепи). На рис. 34, *б* показано также условное обозначение электронного контакта *ЭК*.

На рис. 35 приведено построение электронного соединителя на несколько входов и выходов, в котором соединения образуются в точке пересечения входа и выхода (как в координатном соединителе) при подаче управляющего сигнала на соответствующий электронный контакт *ЭК*. Например, при замыкании контакта *ЭК6 Вх2* соединится с *Вых3*.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные характеристики качества телефонной передачи?
2. Что такое чувствительность микрофона?
3. В чем состоит принцип работы микрофона и телефона?
4. В чем отличие схем питания МБ и ЦБ?
5. Какие противоместные схемы вы знаете? Каков их принцип работы?

6. Каково назначение диодной приставки?
7. Какие основные повреждения в телефонных аппаратах вы знаете? Как их устранить?
8. Какие типы реле вы знаете?
9. Почему искатели ШИ и ДШИ называются шаговыми?
10. Как устроен многократный координатный соединитель?
11. Какие элементы электронных соединителей вы знаете?

ГЛАВА IV

ГОРОДСКИЕ И МЕЖДУГОРОДНЫЕ ТЕЛЕФОННЫЕ СТАНЦИИ И СЕТИ

§ 25. ГОРОДСКИЕ ТЕЛЕФОННЫЕ СТАНЦИИ РУЧНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Городскую телефонную сеть организуют в пределах населенного пункта. Место расположения телефонной станции выбирают так, чтобы общая длина всех абонентских линий, включенных в станцию, была наименьшей. Точка сети, удовлетворяющая этому условию, называется *телефонным центром*.

При большой протяженности телефонных сетей экономически целесообразно устраивать не одну телефонную станцию, а несколько (районирование сети). В этом случае сокращается длина абонентских линий, что значительно удешевляет стоимость строительства и содержания этих линий. При районировании между станциями необходимо строить соединительные линии СЛ. Схему районирования сети, т. е. количество телефонных станций, их емкость и место расположения выбирают на основании технико-экономического анализа различных вариантов.

Соединительными линиями связывают также телефонные станции различных ведомств, например городской, железнодорожной и др., расположенных на территории одного населенного пункта.

На ручных телефонных станциях РТС соединение и разъединение линий абонентов выполняются вручную телефонистками или операторами. По способу питания микрофонов абонентов РТС бывают системы МБ (с местной батареей) и ЦБ (с центральной батареей).

Для питания РТС применяются источники постоянного тока ИПТ напряжением 24 В в системах ЦБ и 3 В в системах МБ и источники вызывного тока ИВТ напряжением 60—80 В и частотой 15—50 Гц, в качестве которых используются индукторы, преобразователи или сеть переменного тока.

В зависимости от применяемых соединительных устройств коммутаторы бывают шнуровые и бесшнуровые. В шнуровых коммутаторах линии абонентов соединяются шнуровыми парами, а в бесшнуровых — ключами или кнопками.

Схема коммутатора должна обеспечивать: прием сигнала вызова от абонента, подключение телефонистки к любой абонентской

линии и разговор с абонентом, проверку свободности линии вызываемого абонента, посылку вызова абоненту и получение от него сигнала ответа, получение сигналов отбоя от абонентов после окончания разговора и разъединение их. Для этих целей коммутаторы оборудуют сигнальными (лампы, звонки, бленкеры *), соединительными (гнезда со шнурами и штепселями), коммутационными (ключи, кнопки, реле) и переговорными (гарнитура телефонистки) приборами.

Упрощенная схема шнурового коммутатора показана на рис. 36. Каждая абонентская линия имеет свой номер и включается в гнездо *Гн* коммутатора. Гнездо состоит из металлической втулки *c* и контактных пружин. К пружинам *a* и *b* (соответственно короткой и длинной) подключаются провода абонентской линии. К внутренним пружинам гнезда подключается устройство сигнализации вызова *СВ*.

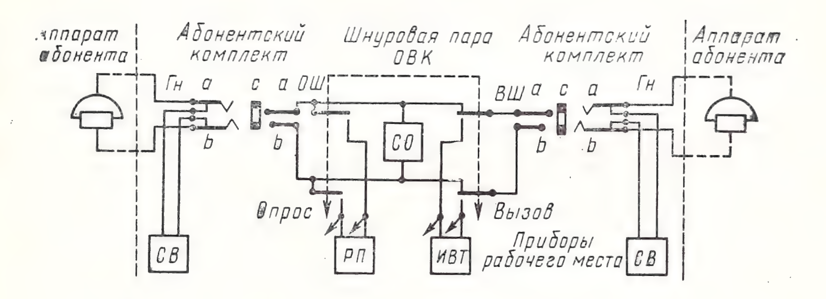


Рис. 36. Упрощенная схема шнурового коммутатора

Шнуровая пара *ОВК* представляет собой шнур с опросным *ОШ* и вызывными *ВШ* штепселями на концах. Как только штепсель вставляется в гнездо, устройство *СВ* отключается от линии, головка штепселя *a* соединяется с короткой пружиной *a* гнезда, а корпус штепселя *b* — с длинной пружиной *b*. Телефонистка с помощью опросно-вызывного ключа *ОВК* подключает разговорные приборы *РП* к абонентскому комплекту и опрашивает абонента. Выяснив номер требуемого абонента, она проверяет свободность вызываемой линии и вставляет в ее гнездо вызывной штепсель *ВШ* этой же шнуровой пары. Для посылки вызова она переводит ключ *ОВК* в положение «Вызов», вследствие чего к контактам *a* и *b* *ВШ* подключается источник вызывного тока *ИВТ*. После ответа второго абонента телефонистка отключает *ИВТ*, и абоненты разговаривают между собой. После окончания разговора на станцию поступает сигнал отбоя, срабатывает сигнализатор отбоя *СО*, и телефонистка вынимает штепсели из гнезд, разъединяя абонентов.

---

* Бленкер — электромагнитный прибор, состоящий из электромагнита, якоря и указателя.

В каждый коммутатор можно включить 80—120 абонентских линий. Если число вызовов, одновременно поступающих на РТС, велико, устанавливают несколько коммутаторов, соединенных между собой и обслуживаемых несколькими телефонистками.

Применяют коммутаторы с двухпроводными шнуровыми парами ЦБ×2, с трехпроводными шнуровыми парами ЦБ×3×2 и др.

§ 26. ГОРОДСКИЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ ТЕЛЕФОННЫЕ СТАНЦИИ

Шаговые и декадно-шаговые АТС. Принцип действия АТС на пять номеров с применением искателя ШИ-11 легко проследить по схеме, приведенной на рис. 37, *а*. Телефонные аппараты абонентов *ТА1, ТА5* показаны упрощенно, *ИК* — импульсный контакт номеронабирателя, количество замыканий и размыканий которого при наборе номера соответствует набираемой абонентом цифре.

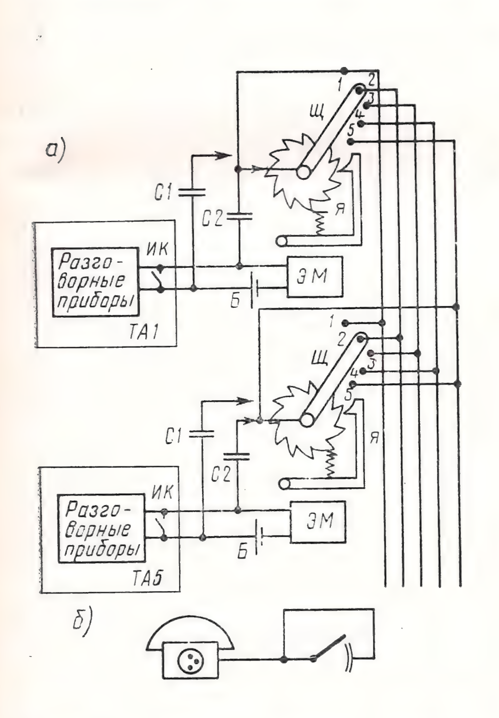


Рис. 37. Схема, поясняющая принцип действия АТС на пять номеров с применением искателя ШИ-11 (*а*), ее условное изображение (*б*)

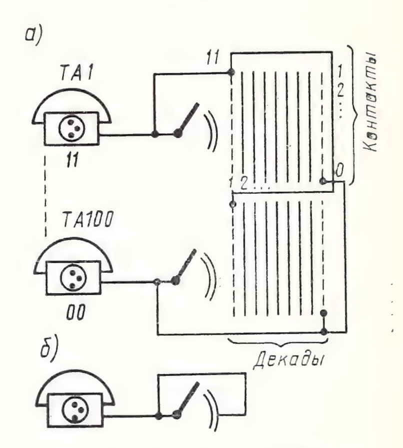


Рис. 38. Устройство АТС на 100 номеров с применением искателя ДШИ-100 (*а*) и ее условное изображение (*б*)

Конденсаторы *С1* и *С2* служат для прохождения переменного разговорного тока от *ТА* одного абонента к щеткам и далее через контакты поля и щетки к *ТА* другого абонента. Для упрощения на рисунке показана только одна щетка искателя и один контакт поля.

Каждый телефонный аппарат абонента подключается к соответствующим его номеру контактам поля (*ТА5* подключается к контактам *5*) и к щеткам своего искателя.

Например, абонент телефонного аппарата *ТА1* набирает цифру

5. При этом электромагнит *ЭМ* его шагового искателя получает пять импульсов, с помощью якоря *Я* щетка *Щ* делает пять «шагов» и подсоединяется к контактам *5* поля, к которым через конденсаторы *С1* и *С2* подключена линия от *ТА5*.

В этой схеме все одноименные контакты искателей соединены между собой, т. е. запараллелены.

В искателе ШИ-11 всего 11 контактов поля. Если требуемый абонент занят, то искатель продолжает движение автоматически к последнему контакту, к которому подключается специальный генератор (на схеме не показан), дающий сигнал занятости. По окончании разговора (когда абоненты положат трубки) щетки искателей автоматически возвращаются в исходное положение.

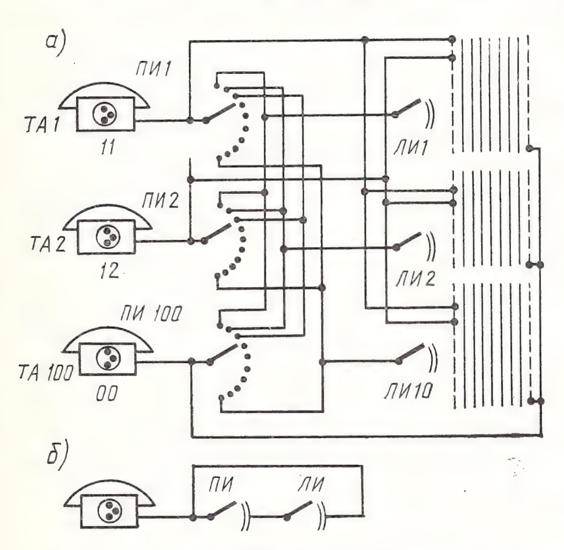


Рис. 39. Схема АТС на 100 номеров с применением предварительного (*ПИ*) и линейного (*ЛИ*) искателей (*а*) и ее условное изображение (*б*)

На рис. 37, *б* показано условное изображение АТС до десяти номеров с применением шагового искателя.

По такому же принципу можно построить АТС на 100 номеров с применением искателей ДШИ-100 (рис. 38, *а*). В этом случае каждый телефонный аппарат подключается к щеткам искателя и через них к соответствующим контактам поля. Так, первый абонент (его номер 11) включается в контакт *1* первой декады, второй абонент (его номер 12) включается в контакт *2* первой декады и т. д., последний, 100-й абонент подключается в нулевой (десятый) контакт десятой декады. Одноименные контакты всех 100 искателей соединяются между собой, т. е. контактные поля запараллеливаются.

Например, абонент *11* вызывает абонента *00*. При наборе первой цифры щетки ДШИ поднимаются на десятую декаду, а при наборе второй — подключаются к контакту *10*, к которому подключен аппарат ТА100.

Условное изображение схемы АТС на 100 номеров с применением ДШИ-100 показано на рис. 38, *б*. Построение такой АТС экономически невыгодно, поскольку практически одновременно поступает не более 20% вызовов от общего количества абонентов, т. е. из 100 ДШИ одновременно используется только 20.

АТС становится экономически выгоднее, если ввести ступень предварительного искания. В качестве предварительного искателя *ПИ* используют шаговый искатель ШИ. Каждый абонент имеет свой предварительный искатель. Одноименные контакты всех *ПИ* запараллеливаются и в каждый контакт включается линейный искатель *ЛИ,* т. е. их количество будет равно количеству контактов ШИ (рис. 39, *а*).

Условное изображение схемы АТС на 100 номеров с применением *ПИ* и *ЛИ* показано на рис. 39, *б*.

Например, абонент телефонного аппарата *ТА2* вызывает *ТА100.* Для этого он снимает микротелефонную трубку, приводя в действие дополнительные цепи АТС, которые на схеме не показаны. Под действием дополнительных сигналов *ПИ* отыскивает свободный *ЛИ,* после чего к абоненту поступает сигнал ответа станции. Далее абонент набирает две цифры 00, управляя работой *ЛИ*. Если все выходы к *ЛИ* окажутся в данный момент занятыми, то абоненту из схемы *ПИ* посылается прерывистый сигнал «Занято».

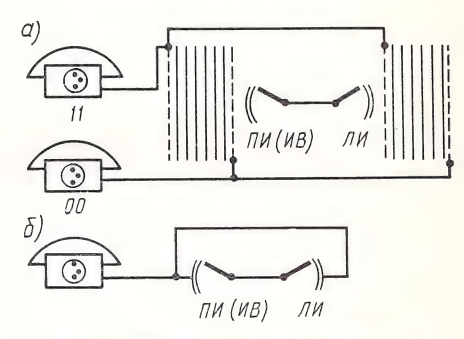


Рис. 40. Схема АТС на 100 номеров с обратным предысканием (*а*) и ее условное изображение (*б*)

Такое предварительное искание, при котором абонент ищет выход к следующей ступени искания (в данном случае *ЛИ*), называется *прямым предысканием.*

Иногда применяют *обратное предыскание,* при котором приборы станции ищут выход к абоненту. Схема АТС на 100 номеров с применением обратного предыскания показана на рис. 40, *а*. Абоненты включаются в соответствующие контакты запараллеленных полей искателей *ПИ* и *ЛИ*. Предыскатель называется *искателем вызовов (ИВ)*. При снятии абонентом трубки *ИВ* отыскивает его, т. е. подсоединяется щетками к контактам поля, куда включен абонент. После этого к абоненту поступает непрерывный сигнал приглашения к набору. Абонент набирает две цифры, под действием этого *ЛИ* подсоединяется своей щеткой к соответствующим контактам и к линии, соединяющей его с другим абонентом. Условное изображение схемы АТС с обратным предысканием показано на рис. 40, *б*.

Искатели *ИВ* и *ЛИ* образуют как бы шнуровую пару. Таких шнуровых пар устанавливается столько, сколько ведется одновременно разговоров в часы наибольшей нагрузки.

В рассмотренных схемах емкость АТС не может превышать емкости контактного поля линейного искателя (т. е. при ДШИ-100 — не более 100 номеров).

Чтобы увеличить емкость АТС вводят ступень группового искания. Для этого абонентские линии разбивают на десять групп (по 100 линий), каждую из которых обслуживает несколько групповых искателей ГИ. Одноименные контакты всех ГИ запараллеливаются и образуют 10 пучков выходов к линейным искателям. Входы ЛИ включены в выходы ГИ так, что первые цифры номеров линий абонентов, включенных в ЛИ, соответствуют номерам декад ГИ.

При снятии микротелефонной трубки приходит в действие ПИ абонента и соединяет линию вызывающего абонента с одним из доступных ему свободных ГИ. После получения из ГИ сигнала ответа станции абонент набирает первую цифру номера, например ноль, вследствие чего щетки ГИ поднимаются до уровня десятой декады. Далее они автоматически вращаются в пределах этой декады и отыскивают выход к свободному ЛИ, обслуживающему данную сотню абонентских линий. Набор двух последних цифр приводит в действие ЛИ, щетки которого устанавливаются на линии вызываемого абонента. Таким образом, групповые искатели здесь выполняют две основные функции: выбирают группу линейных искателей, в поле которых включена линия вызываемого абонента, и отыскивают свободный линейный искатель в выбранной группе.

Группа линейных искателей выбирается вызывающим абонентом и такое искание называется *вынужденным*. Свободный линейный искатель в найденной группе выбирается автоматически, поэтому такой процесс называется *свободным исканием*.

При создании АТС большой емкости применяют несколько ступеней группового искания, например в АТС на 10 000 номеров — две ступени ГИ.

Координатные АТС. Все рассмотренные выше шаговые и декадно-шаговые АТС являются АТС с непосредственным управлением искателя, т. е. импульсы набора номера воздействуют на привод (электромагнит) искателя. В настоящее время широко применяются координатные АТС, в которых осуществляется косвенное управление искателями. При этом основным управляющим устройством служит регистр, выполняющий функции запоминания (регистрации) номера, набираемого абонентом. Регистр представляет собой сложный, дорогостоящий прибор, причем работает он только во время установления соединения. Регистры монтируют общими на группу коммутируемых приборов.

Для выбора и занятия свободной линии, а также для установления соединения между входом и выходом коммутационной ступени используется маркер, который, как и регистр, подключается к коммутируемому прибору только на время установления соединения. На АТС большой емкости для упрощения схем и повышения надежности работы маркеры устанавливают на каждую ступень искания. Маркер ступени абонентского искания управляет работой ИВ или ЛИ соответственно при исходящем или входящем соединении, маркер ступени группового искания управляет работой группового коммутационного прибора.

Структурная схема маркера и его подключение к управляемому коммутационному устройству показаны на рис. 41. Опознаватель входов определяет вызывающую линию, определитель выходов — требуемое направление. Пробное устройство предназначено для отыскания свободной линии требуемого направления и подключения к ней входа через коммутационное устройство. Кодовый приемопередатчик служит для связи регистра и маркера, а фиксатор запоминает знаки номера, поступающего от регистра.

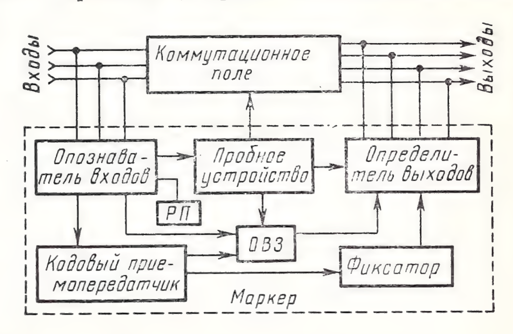


Рис. 41. Структурная схема маркера и его подключение к управляемому коммутационному устройству

Управление работой маркеров по определению направления соединения осуществляется со стороны регистра, который передает информацию о набранном абонентом номере в кодовый приемопередатчик соответствующего маркера.

На схеме *РП* — распределитель преимущества, определяет очередность обслуживания абонентов, *ОВЗ* — определитель вызовов и занятости.

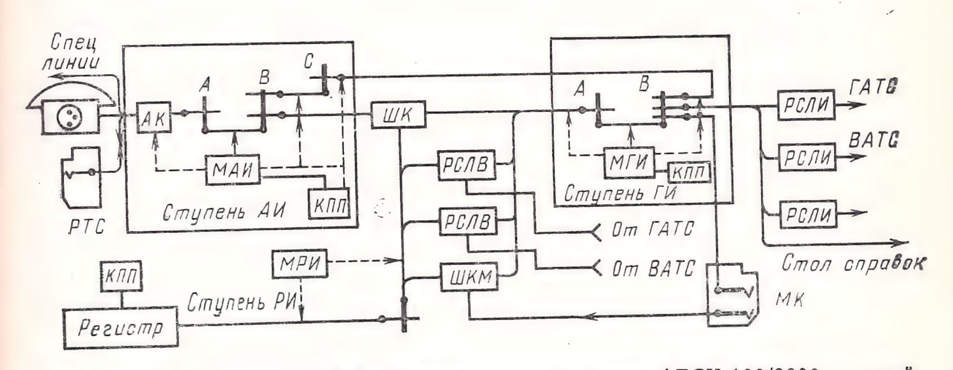


Рис. 42. Схема координатной АТС учрежденческого типа АТСК-100/2000 с одной ступенью группового искания

Рассмотрим функциональную схему координатной станции типа АТСК-100/2000 (рис. 42). Координатные станции этого типа предназначены в основном для сельских, учрежденческих и ведомственных телефонных сетей с количеством абонентов до 2000, но допускают и дальнейшее увеличение емкости. В них используются координатные соединители *МКС*.

Ступень абонентского искания *АИ* содержит сотенные блоки (т. е. по 100 абонентских линий). Использование блоков *АИ* позво-

ляет монтировать станции емкостью, кратной 100 номерам, и увеличивать емкость станции сотенными абонентскими группами.

В зависимости от емкости телефонной сети на станции устанавливают одну или несколько ступеней группового искания *ГИ*, состоящих из типовых блоков.

Ступень регистрового искания, представляющая собой группы блоков *РИ*, подключает регистры к шнуровым комплектам *ШК* и комплектам реле соединительных линий — входящих *(РСЛВ)* и исходящих *(РСЛИ)*.

Блоки ступени *АИ* имеют три звена искания: *А*, *В* и *С*. Соединения, входящие к абонентам (от *ГИ*), производятся через все три звена; соединения, исходящие от абонентов (от абонентского комплекта *АК*),— только через звенья *А* и *В* и далее к шнуровому комплекту.

В блоках ступеней *ГИ* по два звена — *А* и *В*; на ступени *РИ* — блоки однозвенные. Каждый из блоков всех ступеней искания имеет отдельный маркер.

КПП принимает и передает импульсы кодовых комбинаций, соответствующих набранным цифрам.

АТС работает следующим образом. При снятии абонентом микротелефонной трубки в его абонентском комплекте *АК* срабатывает линейное реле и занимает маркер ступени абонентского искания *МАИ*. Маркер выбирает свободную линию на участках между звеньями *А* и *В*, а также между звеном *В* и шнуровым комплектом *ШК*. Затем он замыкает цепь выбирающих и удерживающих электромагнитов *МКС* звеньев *А* и *В* ступени *АИ*, подключая линию абонента к *ШК*. После этого *МАИ* освобождается, а цепи сработавших удерживающих электромагнитом *МКС* блокируются в *ШК*.

При занятии *ШК* маркер ступени регистрового искания *МРИ* подключает к нему регистр, после чего *МРИ* освобождается. Из регистра вызывающему абоненту посылается непрерывный сигнал ответа станции.

Набираемый абонентом номер принимается и фиксируется регистром. После приема всего номера из регистра в *ШК* подается сигнал занятия *ГИ*. К входу *ГИ* подключается маркер *МГИ*, соединенный через *ШК* с регистром. Затем из регистра в схему *МГИ* передается адресная информация (одна или две первые цифры номера) о требуемом направлении. По этой информации *МГИ* определяет требуемое направление, включенное в *МКС* звена *В*, отыскивает в нем свободную линию и замыкает цепи выбирающих и удерживающих электромагнитов *МКС* звеньев *А* и *В* блока *ГИ*. После этого *МГИ* освобождается.

Цепи питания сработавших удерживающих электромагнитов *МКС* блока *ГИ* обеспечиваются шнуровым комплектом. Регистр через *ШК* и ступень *ГИ* подключается к входу того блока *АИ*, в который включена линия вызываемого абонента. К этому же входу подключается маркер *МАИ*, в который из регистра поступает информация о двух последних цифрах номера вызываемого абонента. Маркер *МАИ* устанавливает соединение со свободной линией

требуемого абонента и освобождается. Одновременно освобождается регистр.

Обмотки удерживающих электромагнитов *МКС* блока *АИ* и других ступеней искания, участвующих в данном соединении, питаются от *ШК*. Помимо этого шнуровой комплект после установления соединения посылает вызов в аппарат вызываемого абонента и сигнал контроля вызова в аппарат вызывающего абонента, питает микрофоны обоих телефонных аппаратов абонентов и принимает сигнал отбоя.

При входящем вызове от городской ГАТС или ведомственной ВАТС телефонной станции или междугородного коммутатора сигнал поступает по соединительной линии в комплекты реле *РСЛВ* или в шнуровой междугородный комплект *ШКМ* соответственно. При этом через ступень *РИ* подключается свободный регистр, принимающий информацию о номере вызываемого абонента. Затем регистр совместно с маркерами *МГИ* и *МАИ* выполняет соединение, как было рассмотрено ранее.

При исходящем соединении в регистре фиксируется номер вызываемой линии. С помощью приемопередатчика быстродействующим кодом регистр передает в *МГИ* одну, две или три цифры, определяющие направление внешней связи (соединение с ведомственной, городской АТС или междугородным коммутатором). Установив соединение в выбранном направлении, маркер *МГИ* посылает сигнал в регистр об его освобождении или о том, каким способом следует передавать информацию на другую АТС, и освобождается. Если соединение устанавливается с однотипной станцией, то регистр передает на другую АТС информацию тем же кодом, а при связи со станцией другого типа регистр передает информацию о номере вызываемого абонента импульсами батареи питания. После этого регистр освобождается.

В блоках ступеней *АИ* и *ГИ* применяются многократные координатные соединители МКС 20×10×6 и 10×20×6, а в блоке *РИ* — МКС 10×10×12.

Краткие сведения о других типах АТС. В квазиэлектронных АТС разговорный тракт строится на герконовых реле. Управление соединением осуществляется с помощью программного устройства, выполненного в виде специализированной управляющей электронной вычислительной машины (ЭУМ) с записанной программой. Квазиэлектронные АТС надежны, обеспечивают высокое качество передачи звука, автоматически переключают вызов на другой аппарат, имеют сокращенный набор номера, запись на очередь номера вызывающего абонента и др.

В настоящее время созданы электронные АТС с устройствами коммутации разговорного тракта и управляющие устройства на полупроводниковых и магнитных элементах. В электронных АТС с пространственным делением разговорного тракта последний создается аналогично разговорному тракту АТС координатных и квазиэлектронных систем, но механические контакты в них заменяются электронными. В АТС с импульсно-временным делением раз-

говорного тракта соединительное устройство (шнуровая пара) поочередно кратковременно предоставляется для разговора различным парам абонентов. В обоих типах АТС для управления соединением применяются специализированные ЭВМ.

§ 27. СИСТЕМЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ МЕЖДУГОРОДНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

При организации междугородной телефонной связи применяют следующие системы обслуживания заявок: заказную, немедленную, скорую и комбинированную (рис. 43).

Рис. 43. Системы обслуживания заявок:

а — заказная, *б* — немедленная, *в* — комбинированная, *г* — скорая; *Гн* — гнездо, *ВЛ* — вызывная лампа, *БЗ* — бленкер, *ЛЗ* — лампа занятости

Заказной называется такая система обслуживания заявок, при которой заказанный абонентом разговор предоставляют ему спустя некоторое время (от нескольких минут до нескольких часов). При этом прием заказов и установление соединений осуществляют разные телефонистки на различном оборудовании — на заказных и междугородных коммутаторах. Междугородные телефонные каналы закрепляются за определенными коммутаторами, а о предстоящем разговоре предупреждают абонентов телефонистки МТС.

При немедленной системе бо́льшая часть соединений устанавливается либо сразу после приема заказа, либо с небольшим ожиданием (до 10 мин) и только небольшая часть заявок (примерно 10% общего количества) выполняется с ожиданием более 10 мин. При этой системе обслуживания прием заявок и установление соединений осуществляет одна и та же телефонистка на междугородном коммутаторе. Примерно 50% всех заявок выполняется в течение 2 мин с момента их получения, и абоненты, сделавшие заказ, получают междугородные соединения, не кладя микротелефонную трубку. Если ожидание длится более 2 мин, телефонистка предлагает абоненту повесить трубку, но не освобождает его линию. Соединение осуществляется как только освободится занятая междугородная линия. Если время ожидания составляет более 10 мин, телефонистка уведомляет об этом абонента и освобождает его линию, а заказ передает на коммутатор замедленных соединений, где он обслуживается в порядке общей очереди.

Междугородные телефонные каналы не закрепляются за определенными коммутаторами, т. е. любая телефонистка может установить соединение по любому каналу. Каждый канал снабжается сигнализацией занятости во избежание одновременного занятия его двумя телефонистками.

В настоящее время выпускаются МТС для *комбинированной системы* обслуживания. При этом оборудование МТС удовлетворяет всем требованиям заказной и немедленной систем, причем любой телефонный канал можно переключить на ту или другую систему обслуживания на специальном коммутаторе наблюдения и управления.

При *скорой системе* обслуживания заявок соединение устанавливается либо немедленно, либо абоненту отказывается в установлении соединения и он вынужден через некоторое время снова вызывать МТС. Коммутаторов замедленных соединений при такой системе нет, а количество междугородных каналов должно быть таким, чтобы поступающие заявки не получали отказов в установлении соединений в требуемом направлении.

Наименее удобна для абонентов заказная система обслуживания ввиду значительного времени ожидания соединения, однако при этой системе каналы связи используются с наибольшей загрузкой. Она применяется там, где сеть междугородной связи развита слабо.

Немедленная система обслуживания для абонента более удобна чем заказная, но она требует и более развитой междугородной

сети. Самой удобной является скорая система обслуживания заявок.

В зависимости от степени автоматизации междугородной сети связи различают ручной, полуавтоматический и автоматический способы установления соединений (рис. 44). При ручном способе на всех станциях соединения осуществляются телефонистками, при полуавтоматическом телефонистка выполняет соединение только на исходящей станции. На входящей и транзитной станциях соединения устанавливаются автоматически под управлением телефонистки исходящей станции. При автоматическом способе на всех станциях соединение происходит автоматически при наборе номера абонентом, этот способ используется при скорой системе обслуживания.

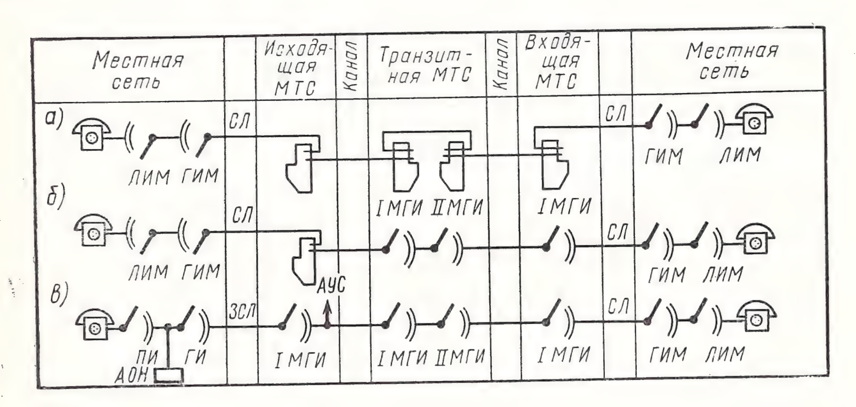


Рис. 44. Способы установления соединений:
а — ручной, *б* — полуавтоматический, *в* — автоматический; *АОН* — аппаратура определения номера абонента; *АУС* — аппаратура учета стоимости разговора

При заказной системе обслуживания используются ручной и автоматический способы соединения.

При немедленной системе наиболее широко применяется полуавтоматический способ, на 20% уменьшающий потери времени на установление соединений по сравнению с ручным. На исходящей станции используется то же коммутационное оборудование, что и при ручном способе — междугородный коммутатор, где телефонистка подсоединяет канал к местной сети. На транзитной и входящей станциях монтируют оборудование автоматической коммутации (искатели, соединители). Коммутаторного оборудования на входящей и транзитных станциях нет.

При скорой системе обслуживания можно применять все три способа установления соединений, но при автоматизации междугородной и зоновой связи в основном применяется автоматический способ.

В общегосударственной автоматически коммутируемой телефонной сети связи для коммутации каналов и линий применяются автоматические междугородные телефонные станции (АМТС) и уз-

лы автоматической коммутации (УАК), структурная схема которых представлена на рис. 45.

АМТС и УАК в процессе установления соединения обмениваются различными видами сигналов, которые передаются по телефонным каналам, индивидуальным или групповым выделенным каналам. Такими сигналами являются: линейные — готовность к набору, занятость, ожидание освобождения каналов, ответ и др.; управления — категория вызывающего абонента, вид соединения, информация о номере; акустические — которые слышат абонент и телефонистка. Эти сигналы формируются и передаются с помощью линейного оборудования.

Оборудование коммутации обеспечивает выполнение основной функции станции или узла — коммутацию каналов и линий. Тип станции или узла зависит от типа основного коммутационного элемента (декадно-шаговая, координатная, квазиэлектронная, электронная).

На междугородной сети осуществляется коммутация четырехпроводного разговорного тракта, а также коммутируются другие сигналы, поэтому число коммутируемых проводов на АМТС и в УАК больше, чем на АТС местных сетей.

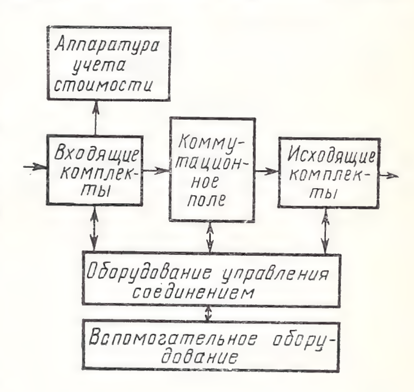


Рис. 45. Структурная схема АМТС и УАК

В декадно-шаговых АМТС управление соединением является индивидуальным: при установлении каждого соединения управляющие устройства принадлежат одному каналу, одному искателю или соединительной линии.

В координатных станциях один маркер обслуживает группу линий, т. е. принцип управления является групповым.

В дальнейшем функции управляющих устройств станции объединяются в специализированное устройство с большим объемом «памяти», т. е. в ЭВМ.

К вспомогательному оборудованию АМТС относятся оборудование учета стоимости междугородных разговоров, контрольно-испытательное и др.

§ 28. СВЯЗЬ МТС С ГОРОДСКИМИ ТЕЛЕФОННЫМИ СТАНЦИЯМИ, ПРЯМЫМИ АБОНЕНТАМИ И ПЕРЕГОВОРНЫМИ ПУНКТАМИ

Как уже было сказано, на междугородных телефонных станциях применяют три способа установления соединений — ручной, полуавтоматический и автоматический. На МТС с ручным и полуавтоматическим обслуживанием устанавливают коммутаторы. На станциях малой и средней емкости, обслуживающих примерно 500—1000 междугородных линий (каналов), устанавливают шнуровые

коммутаторы, имеющие для подключения междугородных и соединительных линий к ГТС гнездовое поле, а для осуществления соединений — шнуровые пары. На МТС большей емкости гнездовое поле больших габаритов затрудняет обслуживание шнуровых коммутаторов. В этом случае применяют коммутаторы бесшнурового типа, у которых нет гнездового поля. Телефонистка устанавливает соединение набором номера требуемого абонента с помощью кнопочного номеронабирателя, т. е. междугородные линии и соединительные линии включаются в коммутационные устройства автоматического действия ГТС.

Коммутационное оборудование междугородной телефонной станции ручного обслуживания РМТС состоит из различных типов коммутаторов, размещенных в коммутаторном зале РМТС. Кроме того, на этой станции имеются службы: заказная, междугородная, справочная, производственного контроля. Большинство РМТС работает по комбинированной системе обслуживания — немедленной и заказной, причем одни направления круглосуточно работают по заказной системе, другие — по немедленной. Существует и такая группа, которая может работать днем по заказной, а вечером — по немедленной системе обслуживания.

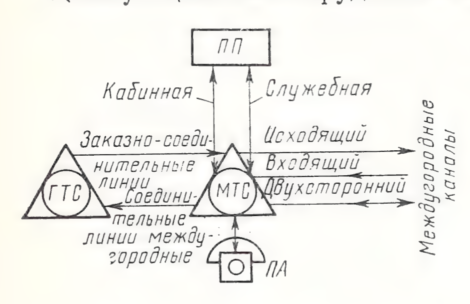


Рис. 46. Линии, включенные в междугородную телефонную станцию

Для телефонной связи между районами выпускают коммутаторы М-60 и МТС типа МРУ (межрайонные узлы). Коммутаторы М-60 — индивидуальные междугородные коммутаторы без комплектующего оборудования. В комплект станции МРУ входят междугородные и заказные коммутаторы, коммутаторы производственного контроля, коммутаторы переговорных пунктов, коммутатор старшей телефонистки, стативы релейных комплектов и др.

В МТС включаются линии: заказные, соединительные или заказно-соединительные, связывающие ГТС с МТС, междугородные исходящие, входящие или двусторонние каналы, линии от переговорных пунктов ПП — кабинные и служебные, линии прямых абонентов ПА междугородной станции (рис. 46).

Рассмотрим, как устанавливаются оконечные и транзитные междугородные соединения.

При заказной и немедленной системах обслуживания исходящее соединение от абонентов АТС местной сети к междугородным каналам осуществляется по линиям одностороннего действия. Для вызова со стороны МТС используется несколько способов связи, имеющих ряд преимуществ при междугородном соединении: возможность подключения телефонистки МТС к абоненту, занятому местным разговором; возможность предварительной подготовки

абонентов к междугородным соединениям; наличие специальной сигнализации о занятости местным и междугородным соединением и т. п.

На МТС предусматривается возможность некоторых абонентов напрямую связываться со станцией. Таких абонентов называют *прямыми.* Непосредственное включение их линий в МТС сокращает время установления соединений. Линия прямого абонента *ПА* при заказной системе эксплуатации включается в гнездо местного поля заказного коммутатора и в гнезда многократного поля междугородных коммутаторов. Вызывная лампа *ВЛ,* сигнализирующая о вызове МТС прямым абонентом, устанавливается только на заказном коммутаторе.

При комбинированной системе обслуживания линии *ПА* включаются в многократное поле заказных и междугородных коммутаторов. Вызывные сигналы можно переключать с заказных коммутаторов на междугородные.

На АМТС линии *ПА* включаются в ступень *АИ* — на координатных станциях и в ступени *ПИ* или *ЛИ* — на декадно-шаговых.

Для междугородных переговоров оборудуются переговорные пункты *ПП,* соединяемые кабинными линиями с МТС. В крупных городах может быть центральный и районные *ПП. ЦПП* соединяется с *МТС* кроме кабинных служебными линиями, которые используются для служебных переговоров между телефонисткой *ЦПП* и телефонистками заказного и междугородного коммутаторов МТС. Районные *ПП* соединяются с МТС только кабинными линиями, по которым ведутся междугородные и служебные переговоры.

§ 29. МЕЖДУГОРОДНЫЕ ТАКСОФОНЫ

Междугородные таксофоны предназначены для автоматической междугородной связи. Наиболее распространены таксофоны МТА-15 и МТА-15-2, в которых плата за разговоры производится монетами достоинством в 15 коп. В настоящее время появляются таксофоны, в которых можно использовать монеты разного достоинства.

Схема включения таксофона МТА-15 показана на рис. 47. Он включается через специальный согласовывающий комплект *СК.* При этом таксофон может быть закреплен за каналом определенного направления, т. е. предоставлять разговоры только с абонентами одного города (рис. 47, *а*). Комплект *СК* подключается к исходящему комплекту тонального набора *ИКТН,* который связан с приемником тональных сигналов *ПТС* и генератором тонального набора *ГТН.* Поскольку на входящей МТС в поле *МГИ* для выхода на ГТС используется первая декада, вызывающий абонент после получения сигнала «Ответ станции» должен набрать «1», получить сигнал «Набирайте номер» и набрать номер вызываемой абонентской линии.

При включении по схеме рис. 47, *б* таксофон подключается через *СК* к входу *МГИ.* В этом случае таксофон не закрепляется за

одним направлением, и путем набора двузначных кодов (*11, 21, 31* и т. д.) можно осуществить соединения с разными городами, но все они должны относиться к одной тарифной зоне, так как цепи учета стоимости разговора настроены на один определенный та-

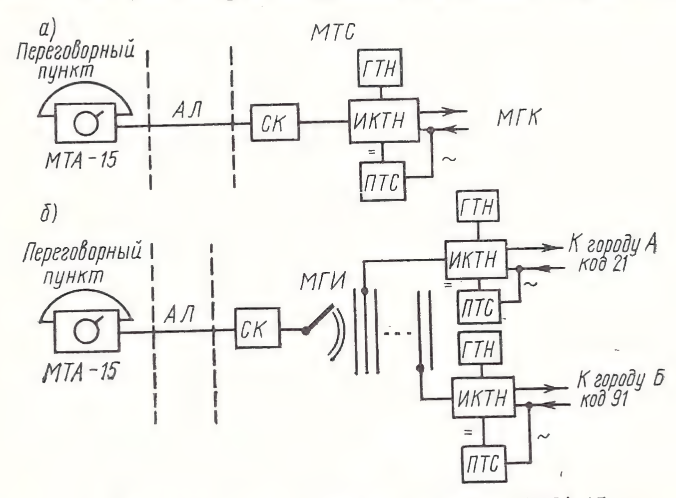


Рис. 47. Схемы включения таксофона МТА-15:

а — при закреплении таксофона за каналом одного направления, *б* — при возможности соединения таксофона с несколькими городами одной тарифной зоны

риф. На этом принципе работают группы таксофонов на переговорных пунктах, предоставляющих междугородные разговоры с равноудаленными городами.

Функциональная схема таксофона МТА-15 показана на рис. 48. Он имеет монетоприемник *МП*, блок кассирования *БК*, световое табло *СТ*, цифровую индикаторную лампу *ИЛ*, управляющие реле *Р*, счетную схему времени *СВ* и разговорные приборы *РП*. При снятии абонентом микротелефона замыкается цепь питания схемы телефонного аппарата. Занятие согласовывающего комплекта СК происходит при опускании первой 15-копеечной монеты в монетоприемник *МП*, рассчитанный на прием трех монет. Число принятых монет отмечается цифровой индикаторной лампой *ИЛ*. Каждая монета опускается в *МП*, проверяется на магнитные свойства, габариты и массу с помощью постоянного магнита и механического балансира. Возврат монет осуществляется через специальную щель путем нажатия кнопки.

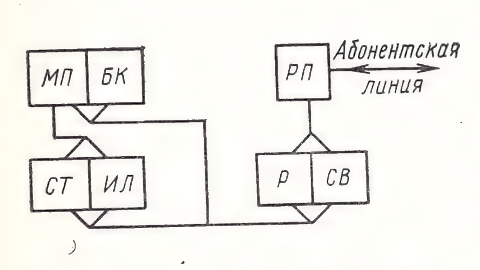


Рис. 48. Структурная схема таксофона МТА-15

Импульсы набора кода города и номера вызываемого абонента принимаются в СК импульсным реле и транслируются в ИКНТ и ПТС. Сигнал ответа вызываемого абонента передается из СК в таксофон путем переполюсовки разговорных проводов. Срабатывает ответное реле, включается цепь микрофона, происходит кассирование первой монетой и включается счетная схема времени *СВ*, которая состоит из пяти реле, конденсаторов и резисторов. Время разговора, оплачиваемое одной 15-копеечной монетой, определяется временем срабатывания всех пяти реле *СВ*, которое регулируется с помощью резисторов. При отсутствии монет в МП за 30 с до истечения оплаченного времени включается предупреждающее световое табло.

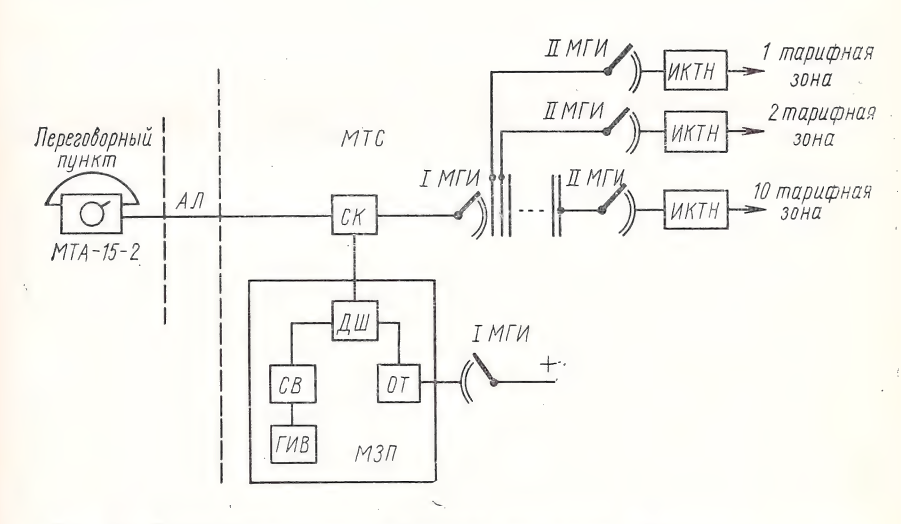


Рис. 49. Структурная схема включения таксофона МТА-15-2 в междугородную телефонную станцию

Таксофон МТА-15 смонтирован в металлическом настенном корпусе с открывающейся передней дверцей. Для его питания используется переменный ток напряжением 220 В, который преобразуется в постоянный ток напряжением 220 В — для цифровой индикаторной лампы, 50 В — для питания реле и 10 В — для светового табло и ламп монетоприемника.

В связи с тем что таксофон МТА-15 может осуществлять соединение только с городами одной тарифной зоны, он не пригоден для индивидуальной установки в общественных местах — на вокзалах, в аэропортах, гостиницах, домах отдыха и т. д. Кроме того, он недостаточно надежен. Поэтому разработан междугородный телефонный аппарат МТА-15-2 более высокой надежности, который дает возможность связываться с городами любой тарифной зоны благодаря специальной многозоновой приставке МЗП к согласовывающему комплекту.

Функциональная схема включения МТА-15-2 в МТС показана на рис. 49. Абонентская линия через согласовывающий комплект *СК* включается на вход *I МГИ,* декады которого должны быть задействованы в соответствии с номерами тарифных зон, т. е. через первую декаду *МГИ* абонент должен выходить к городам первой тарифной зоны, через вторую декаду — к городам второй тарифной зоны и т. д. Для определения номера тарифной зоны используется серийный контакт в *I МГИ,* который связан с определителем тарифа *ОТ*. Счетная схема времени *СВ* находится в *МЗП* и связана с генератором импульсов времени *ГИВ*. Сигналы для кассирования монеты передаются из *СК* в таксофон путем переполюсовки разговорных проводов абонентской линии. Выходы счетной схемы и определители тарифа связаны с дешифратором *ДШ,* который рассчитан на 10 тарифных зон.

В таксофоне МТА-15-2 находится кассирующее устройство, накопитель монет и рычажный переключатель. Электрическая схема и копилка монет размещены внутри корпуса. К особенностям МТА-15-2 относится наличие электронного устройства проверки монет, представляющего собой генератор, работающий на частоте 70 кГц в критическом режиме. Проверка монеты происходит в момент сбрасывания ее в копилку. Она пролетает в непосредственной близости от катушки индуктивности, являющейся элементом схемы генератора, что изменяет электромагнитное поле, создаваемое катушкой. Если монета по элекромагнитным и физическим свойствам соответствует 15-копеечной монете, то происходит срыв генерации на 1—2 с, что фиксируется срабатыванием реле в таксофоне. Монета, отличающаяся от требуемых показателей, не нарушает работы генератора, реле не срабатывает и цепь не замыкается.

В аппарате МТА-15-2 неиспользованную монету можно получить обратно с полочки, установленной в верхней части аппарата.

Для предупреждения об истечении оплаченного времени разговора применяется акустическая сигнализация.

§ 30. ОБОРУДОВАНИЕ МЕЖДУГОРОДНЫХ ТЕЛЕФОННЫХ СТАНЦИЙ РУЧНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Междугородные коммутаторы отличаются от коммутаторов местных ручных телефонных станций. Шнуры, образующие шнуровые пары междугородных коммутаторов, допускают ведение разговора и посылку вызова по любому из них и имеют не один, а два ключа.

Междугородные коммутаторы обеспечивают:

транзитные соединения каналов; включение линий прямых абонентов в коммутатор и предоставление им внеочередного разговора; присоединение разговорных приборов телефонистки к абонентским линиям, занятым местным соединением, и возможность нарушения этого соединения в пользу междугородного; раздельную сигнализацию занятости вызываемого абонента местным и междугородным соединением; подключение телефона телефонистки параллельно к разговорному тракту для контроля без внесения помехи в разговор;

разговор по одной шнуровой паре и посылку вызова по другой и т. д.

На каждую линию или канал, включаемые в МТС, на станции установлен на стативе релейный комплект и в поле коммутатора выведены гнезда с приборами сигнализации. На каждый канал выведены по одному гнезду во всех секциях многократного поля и по два гнезда в местном поле. На два гнезда местного поля установлен ключ предварительной готовности *ПГ*, предназначенный для переключения канала с одного гнезда на другое при предварительной подготовке абонента.

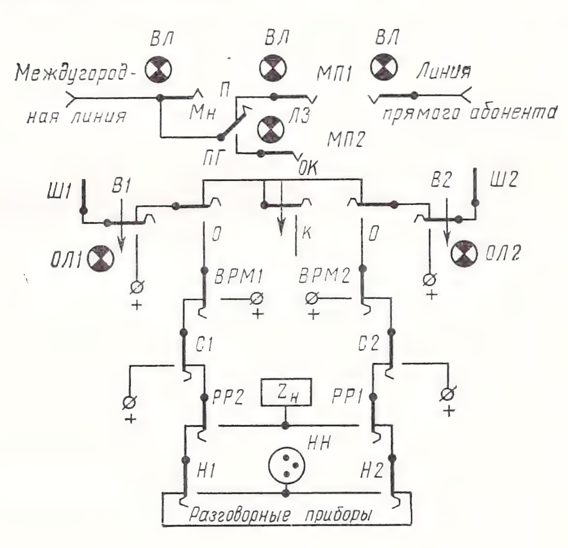


Рис. 50. Упрощенная схема шнуровой пары и рабочего места коммутатора шнурового типа

Упрощенная схема шнуровой пары и рабочего места коммутатора шнурового типа показана на рис. 50.

Для сигнализации вызова и занятости в местном поле на каждом канале смонтированы лампы вызова *ВЛ* и занятости *ЛЗ*, а в многократном — лампы вызова *ВЛ*. Вызывная сигнализация с местного поля на многократное переключается специальным переключателем (расположенным вне коммутатора) при переходе от заказной к немедленной системе обслуживания.

Наличие вызывных ламп в многократном поле позволяет любой свободной в данный момент телефонистке обслужить поступающий вызов.

Каждая шнуровая пара оборудована шнурами со штепселями *Ш1* и *Ш2*, отбойными лампами *ОЛ1* и *ОЛ2* и двумя ключами — вызывным *В1*, *В2* для посылки вызова по любому из шнуров и опросно-контрольным *ОК*, позволяющим подключать к шнуровой паре гарнитуру телефонистки (разговорные приборы) в положении опроса *0* — через согласующий трансформатор, а в положении кон-

троля *К* — через высокоомный вход (для уменьшения шунтирующего действия).

Отбойные лампы *ОЛ* принимают отбой раздельно со стороны местного абонента и канала. В первом случае лампа горит непрерывно до разъединения, во втором — она мигает до перевода ключа *ОК* в положение *«Опрос»* или до разъединения. Мигающий сигнал сильнее привлекает внимание телефонистки к освободившемуся каналу. Лампа *ОЛ* сигнализирует также, занят или свободен абонент местной АТС, вызываемый по соединительной линии. Если абонент свободен, лампа загорается, если занят местным соединением — мигает, если междугородным — дополнительно включается зуммер, указывающий на то, что к этому абоненту подключиться невозможно.

На рабочем месте телефонистки коммутатора расположены ключи: *ВРМ* — для посылки вызова по любому шнуру; *С* — для принудительного сброса местного соединения в пользу междугородного; *РР* — для раздельного разговора с любой стороной; *Н* — для подключения номеронабирателя *НН* к любому шнуру.

При раздельном разговоре ключ *ОК* переводится в положение *О*, а ключ *РР* — в соответствующее крайнее положение. Разговорные приборы телефонистки остаются подключенными к одному шнуру (с одной стороны), другой шнур подключается к нагрузочному сопротивлению — резистору $Z_н$ — для нагрузки канала, который может быть подключен к этой шнуровой паре.

При комбинированной системе эксплуатации применяют коммутаторы М-60 и МРУ, допускающие подключение каналов дальней связи, заказных линий, линий прямых абонентов и соединительных линий *СЛ* к местным станциям. Эти коммутаторы отличаются друг от друга емкостью местного и многократного поля, способом установления транзитных соединений, а также схемными решениями.

Оборудование коммутатора МРУ позволяет включить в местное поле до 4 каналов, а в многократное — до 240 каналов, 360 *СЛ*, 72 заказных и 240 линий *ПА*.

Оконечные и транзитные соединения осуществляются с помощью одних и тех же гнезд. Коммутатор МРУ оборудован десятью шнуровыми парами, на восьми из них установлены счетчики учета продолжительности разговора.

Коммутатор М-60 оборудован устройствами для включения в местное поле шести каналов дальней связи, а в многократное поле — 20 каналов, 20 линий *ПА*, 40 *СЛ*, 10 заказных и 10 служебных линий. При четырех- и шестипанельном коммутаторе указанное число линий увеличивается соответственно в два и три раза.

Схема линейного комплекта коммутатора М-60 показана на рис. 51. На каждую междугородную линию в местном поле коммутатора смонтированы гнезда *1* и *2*, установлен ключ *ПГПВ*, для которого предусмотрены три положения, включены вызывная лампа *ВЛ* и лампа занятости *ЛЗ*. В многократном поле на каждую линию имеются два гнезда — *О* для оконечных соединений и *Тр* —

для транзитных соединений, а также вызывная лампа *ВЛ* и бленкер занятости *БЗ*.

В среднем положении ключа *ПГПВ* линия подключена к гнезду *1*, при переводе его в положение *ПГ* — к гнезду *2*. Этим обеспечивается подготовка абонента при заказной системе обслуживания, а также прием вызова, поступающего из канала, на *ВЛ* в местном поле. Если необходимо перейти на немедленную систему обслуживания, ключ *ПГПВ* переводится в положение *ПВ*, вызывная сигнализация переключается из местного поля в многократное.

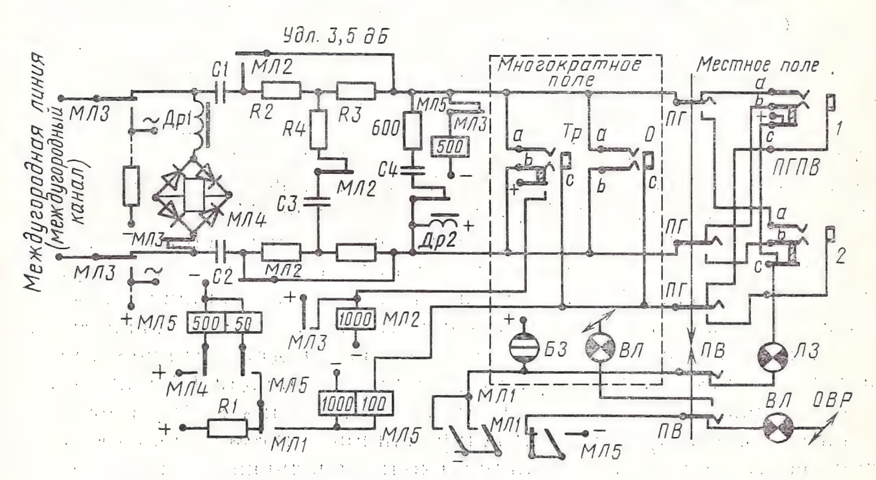


Рис. 51. Схема линейного комплекта коммутатора М-60

Шнуровые пары коммутатора и его рабочее место содержат ключи, которые выполняют те же функции, что и на схеме рис. 50.

Рассмотрим схему работы коммутатора. При приеме вызова ток в линии проходит через нормально замкнутые контакты реле *МЛ3*, дроссель *Др1* и диодный мост, в диагональ которого включено реле *МЛ4*. Это реле, сработав, замыкает цепь реле *МЛ5*, последнее блокируется своим контактом по цепи через резистор *R1* и нормально замкнутый контакт реле *МЛ1* и включает лампы *ВЛ*, *ЛЗ* и бленкер *БЗ*. Последовательно с *ВЛ* в схеме рабочего места коммутатора срабатывает общевызывное реле *ОВР*, замыкающее цепь общевызывной лампы *ОВЛ* и звонка, которые на схеме не показаны.

Телефонистка вставляет любой штепсель шнуровой пары в гнездо вызывающей линии и переводит ключ *ОК* в положение «*Опрос*» *О*. При этом по проводу *с* через гильзу гнезда замыкается цепь реле *МЛ1* линейного комплекта и реле *РМ* в схеме рабочего места коммутатора (на схеме не показано). Реле *МЛ1* своими контактами размыкает цепь вызывной сигнализации, отключает реле *МЛ5*, а реле *РМ* подключает к проводам *a* и *b* шнуровой пары гарнитуру телефонистки.

Для соединения с абонентом *АТС* телефонистка вставляет второй штепсель шнуровой пары в гнездо *СЛ* (на схеме не показано)

и набирает номер вызываемого абонента. Вызов посылается переводом вызывного ключа шнуровой пары в положения *В1* и *В2* или ключа *ВРМ* рабочего места при условии, если ключ *ОК* находится в положении *О*.

Если вызов посылается в сторону междугородной линии, в линейном комплекте срабатывает реле *МЛ3,* через контакты которого в аппаратуру канала посылается переменный или постоянный ток.

При отбое со стороны междугородной линии срабатывает реле *МЛ4* и замыкает цепь реле *МЛ5* по обмотке 500 Ом. Вторая обмотка этого реле (50 Ом) через контакт реле *МЛ1* и его обмотку 100 Ом подключается к проводу *с* шнуровой пары. На рабочем месте срабатывает реле и зажигается лампа *ОЛ*.

Для транзитного соединения оба штепселя шнуровой пары вставляются в гнезда *Тр* соединяемых линий. При этом в линейных комплектах срабатывают реле *МЛ2* и выключают транзитные удлинители (резисторы *R2, R3, R4* и конденсатор *С3*).

Схема коммутатора М-60 обеспечивает согласованность нагрузки при установлении соединений и вносит малое затухание при параллельном подключении телефонистки к разговаривающим абонентам. К недостаткам схемы относятся отсутствие заказного коммутатора и вспомогательного оборудования для старшей телефонистки, а также малая емкость, не превышающая 60 каналов.

На больших МТС используются станции типа МРУ, предназначенные для работы по комбинированной системе обслуживания каналов. В состав этой станции входит следующее оборудование:

а) междугородный коммутатор МК — для установления междугородных соединений по заказной и немедленной системам обслуживания, приема заказов от абонентов городской телефонной сети и прямых абонентов МТС при немедленной системе обслуживания;

б) заказной коммутатор ЗК (на два рабочих места) — для приема заказов на междугородные разговоры, который может использоваться и в качестве стола справок;

в) коммутатор производственного контроля КПК — для контроля и наблюдения за работой телефонисток, проверки работы междугородных линий, качества разговора и других целей;

г) коммутатор переговорных пунктов КПП — для передачи заказов с переговорного пункта на МТС и междугородных соединений с телефонными аппаратами, установленными в кабинах;

д) испытательно-измерительный коммутатор КИИ — для проведения периодических проверок и измерений оборудования;

е) коммутатор служебной связи КСС (изготовляется в виде настольного коммутатора) — для служебной телефонной связи между различными службами МТС;

ж) коммутатор старшей телефонистки — для оперативного контроля и руководства работой телефонисток;

з) шнуровой переключатель *ШП* — для переключения каналов в местном поле междугородных коммутаторов и переключения ка-

кого-либо канала с заказной системы обслуживания на немедленную.

Основным оборудованием МРУ является междугородный коммутатор МК (рис. 52). На вертикальной панели МК смонтировано местное и многократное поле. Местное поле состоит, как правило, из четырех каналов одного направления. За каждым каналом закрепляются два гнезда и ключ подготовки.

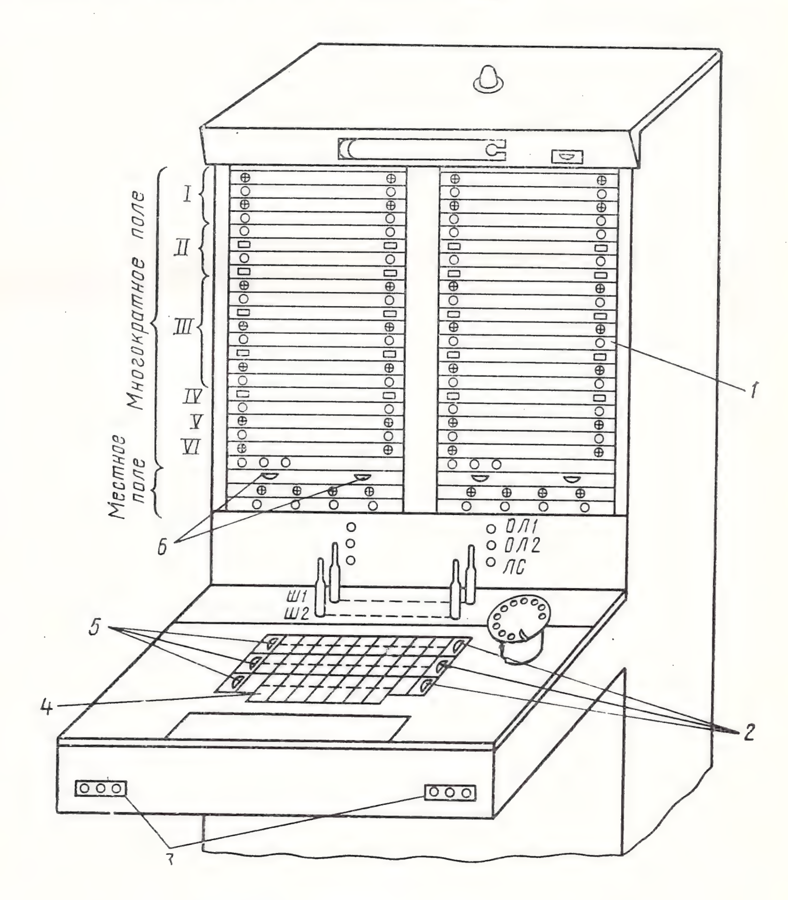


Рис. 52. Общий вид междугородного коммутатора МК:
1 — рамка с бленкерами, гнездами и вызывными лампами, *2* — ключи шнуровой пары, *3* — гнезда для подключения гарнитуры телефона, *4* — счетчики, *5* — ключи рабочего места, *6* — ключи подготовки абонента

В многократное поле включаются междугородные каналы, соединительные линии к ГТС, заказные линии, линии прямых абонентов, переговорных пунктов и служебные. На каждую линию на отдельном стативе установлены релейные комплексы. В многократное поле одного МК может быть включено 120 каналов, а общую емкость МРУ можно увеличить до 300 каналов.

Линии от переговорных пунктов и прямых абонентов, заказные и междугородные линии оборудованы в многократном поле вызывными лампами, которые позволяют свободной в данный момент телефонистке обслужить любой поступивший вызов.

На горизонтальной панели коммутатора расположены 10 шнуровых пар, ключи для вызова, опроса и контроля, набора номера, принудительного разъединения абонентов, раздельной посылки вызова и разговора по любому из шнуров.

Схема шнуровых комплектов, рабочего места и комплектов реле МРУ подобны рассмотренным выше. Сигнализация на коммутаторах МРУ имеет ряд особенностей. Взамен лампы занятости на них установлены сигнальные бленкеры *СБ*, которые отмечают первый свободный канал в пучке каналов одного направления. При занятости этого канала бленкер «перескакивает» через все занятые, пока не дойдет до свободного канала, почему и называется «бегающим сигналом».

При комбинированной системе эксплуатации заказные линии от ГТС разделены на два пучка, одна часть из них включена в заказные коммутаторы, а другая — в МК немедленной системы. Если канал вызываемого направления работает по заказной системе, то абонент набирает индекс 07 и подключается к заказному коммутатору, если по немедленной — набирает индекс 08 и подключается к междугородному коммутатору МК. Телефонистка, приняв заказ на заказном коммутаторе, передает бланк заказа через контрольно-распределительную службу на междугородный коммутатор. Контрольно-распределительная служба распределяет бланки заказов в зависимости от направления вызова по МК.

При получении бланков заказов телефонистка МК передает серию заказов на другую МТС, а также принимает от нее заказы и договаривается о порядке их обслуживания. После этого телефонистки обеих МТС вызывают соответствующих абонентов по соединительным линиям к ГТС и соединяют их через гнезда *МП1* (см. рис. 50), а к гнездам *МП2* подсоединяют следующую пару абонентов, которые ожидают разговора.

При немедленной системе обслуживания заказы на междугородные переговоры принимаются непосредственно телефонисткой междугородного коммутатора (помимо заказного коммутатора); для этого заказные линии от ГТС включены в многократное поле. Приняв заказ, телефонистка МК устанавливает соединения с любым абонентом (любого направления). На коммутатор МК подведены все линии — соединительные в ГТС, заказные (междугородные) каналы прямых абонентов и переговорных пунктов. После приема заказа телефонистка вызывает противоположную МТС и передает ей заказ, устанавливая междугородное соединение. Следует отметить, что без предварительной подготовки абонентов ухудшается использование междугородных каналов, но при этом уменьшается время ожидания абонентом междугородной связи.

С помощью транзитных коммутаторов на РМТС устанавливаются (по требованию) транзитные соединения. Их называют разовы-

ми в отличие от транзитных соединений, устанавливаемых постоянно или по расписанию вне коммутаторного зала (в линейно-аппаратных цехах). При транзитных соединениях удлинители в схемах релейных комплектов должны автоматически выключаться. Для этого разговорные провода шнуровых пар коммутаторов МРУ перекрещиваются, т. е. головка опросного штепселя соединяется с корпусом вызывного штепселя и наоборот. В этом случае создаются цепи срабатывания реле в комплектах реле междугородной линии, которые и выключают удлинители.

§ 31. СЛУЖБЫ РМТС КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ

Основные службы МТС ручного обслуживания уже упоминались в этой главе. Рассмотрим их подробнее.

Заказная служба принимает с помощью коммутаторов заявки на междугородные разговоры от абонентов ГТС, учреждений, прямых абонентов МТС, переговорных пунктов и справочной службы. Прием производится любой свободной телефонисткой заказного коммутатора.

Комбинированную систему обслуживания можно организовать в нескольких вариантах. На рис. 53, *а* представлен вариант обслуживания абонентов, при котором МТС работает в целом по заказной системе и только некоторые направления по расписанию переводятся на немедленную систему.

Можно организовать обслуживание таким образом, чтобы МТС работала бы, например, днем по заказной системе, а ночью по немедленной. Тогда (рис. 53, *б*) заказные линии включаются в *ЗК, МК* и специальный коммутатор управления, где начальник смены (или старшая телефонистка) нажатием кнопки *СО* (система обслуживания) переключает вызывные лампы *ВЛ* с заказного коммутатора на междугородный и наоборот.

На рис. 53, *в* показан вариант обслуживания, когда на МТС круглосуточно одна часть направлений работает по заказной системе, а другая — по немедленной. При этом имеется возможность переключения абонента с одного коммутатора на другой с помощью заказно-передаточной линии.

В состав заказной службы входят коммутатор контроля кредитоспособности и стол регулирования приема заказов. При заказной системе телефонистка *ЗК,* оформив бланк заказа, отправляет его на контрольно-распределительный стол, где проверяется право абонента на междугородный разговор — оплата талона или наличие авансового счета. Далее бланки заказов распределяются по междугородным коммутаторам в зависимости от требуемого направления связи.

Справочная служба МТС организуется для получения абонентами различного рода справок. Простые справки (об услугах междугородной телефонной связи, тарифах и др.) обычно дает телефонистка заказного коммутатора, а в более сложных случаях (справ-

ки о стоимости состоявшегося разговора, об изменениях в заказе и др.) она соединяет абонента по передаточным линиям со столом справок. Иногда справки выдает телефонистка стола по специально выделенным, набираемым абонентами номерам телефонов.

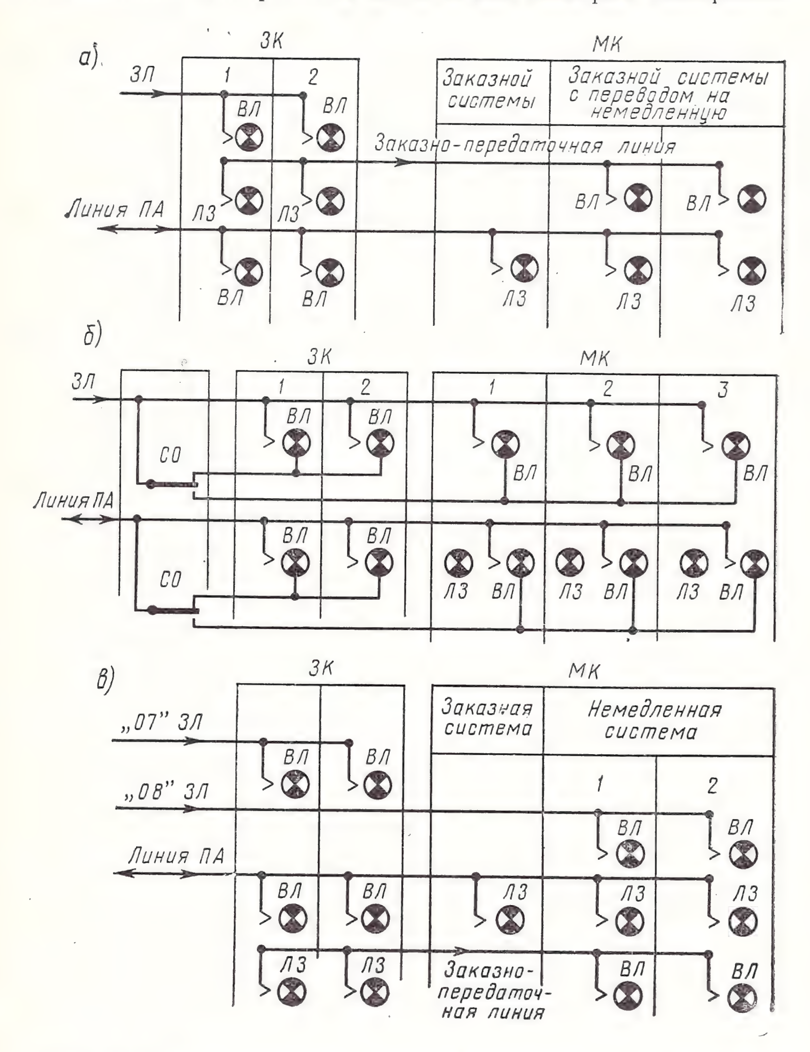


Рис. 53. Структурные схемы заказной службы МТС комбинированной системы:

а — обслуживание по заказной системе и некоторых направлений по немедленной, *б* — обслуживание днем по заказной системе, ночью по немедленной, *в* — обслуживание части направлений по заказной системе, части — по немедленной

Для установления исходящих, входящих и транзитных соединений на МТС организуется междугородная служба. Междугородные коммутаторы немедленной системы эксплуатации разделяются

на исходящие и входящие. В исходящие междугородные коммутаторы включаются исходящие каналы, заказные и соединительные линии с ГТС, линии от прямых абонентов МТС, переговорных пунктов, служебные к контрольно-распределительному столу, техникам и старшей телефонистке, передаточные от заказных коммутаторов.

Во входящие коммутаторы включаются входящие каналы немедленной системы, часть исходящих каналов (для установления транзитных соединений), линии прямых абонентов, переговорных пунктов, соединительные к ГТС и служебные. Соединения, задержанные по ряду причин (разговор с уведомлением, со справкой о номере телефона вызываемого абонента и др.), осуществляются на коммутаторе замедленных соединений.

Служба производственного контроля проверяет работу телефонисток междугородных и справочных коммутаторов, состояние каналов и другого оборудования. Качество обслуживания на МТС контролируется открытым способом — непосредственно у рабочего места телефонистки или закрытым — со специально оборудованного коммутатора производственного контроля. Оперативный контроль и руководство работой телефонисток коммутаторного зала осуществляет также старшая телефонистка.

Для проведения плановых проверок и контрольных измерений коммутаторного и стативного оборудования служит испытательно-измерительный коммутатор, через разделительные гнезда которого включаются все основные линии МТС. Каждая линия имеет на испытательном коммутаторе три гнезда: два разделительных и одно для параллельного включения. С помощью разделительных гнезд можно провести испытание линии как в сторону станции, так и в сторону линии. При обнаружении повреждения заменяют оборудование или линию. Например, при возникшем повреждении на станции с помощью разделительных гнезд канал переключается на другой релейный комплект.

Испытательно-измерительный коммутатор дает возможность провести измерение затухания канала или шнуровых пар, качества слышимости, сопротивления изоляции и другие испытания.

§ 32. БЕСШНУРОВЫЕ КОММУТАТОРЫ

Коммутаторы шнурового типа просты по устройству, но их емкость ограничена размерами многократного поля, при увеличении которого затрудняется работа телефонистки. Это обстоятельство, а также необходимость автоматизации междугородной связи привели к созданию бесшнуровых коммутаторов. Коммутация линий на них осуществляется с помощью коммутационных приборов (преимущественно типа МКС) и реле, управляемых телефонистками.

Функциональная схема коммутатора бесшнурового типа показана на рис. 54. Междугородные каналы, соединительные и заказно-соединительные линии включаются через исходящие *ИК* и входящие *ВК* комплекты в коммутационное поле *КП*. Специальные соединительные комплекты *СК* служат для установления соедине-

ний телефонистками при работе на бесшнуровых коммутаторах. Комплекты *СК* являются аналогами шнуровых пар с четырехпроводной коммутацией разговорного тракта. Подобно шнуровой паре в схеме *СК* имеется опросно-вызывной ключ, лампы вызывная и занятости, а также счетчик продолжительности разговора. Конструктивно *СК* состоит из релейной части, размещающейся в зале АМТС на стативе, и панели управления с сигнальными лампами, находящимися на коммутаторе. Рабочее место телефонистки имеет от 3 до 8 комплектов *СК* и один управляющий комплект рабочего места коммутатора *РМ*.

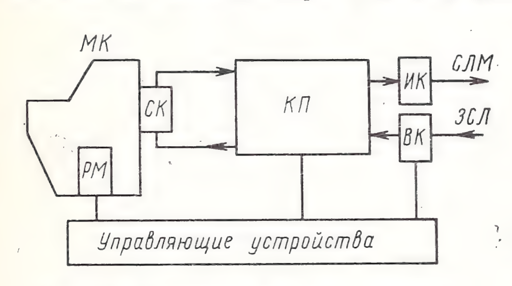


Рис. 54. Структурная схема бесшнурового коммутатора

Специальный соединительный комплект имеет опросную и вызывную стороны. Подключение входящего канала или линии к опросной стороне, а также вызывной стороны к исходящему каналу или соединительной линии осуществляется коммутационной системой АМТС. О входящем вызове сигнализирует лампа занятости *СК*. Для установления исходящего соединения телефонистка набирает междугородный код с помощью номеронабирателя.

Коммутатор бесшнурового типа оформляется в виде стола, на котором размещен пульт управления с ключами и лампами соединительных комплектов, а также номеронабиратель.

Контрольные вопросы

1. Что входит в состав телефонной станции ручного обслуживания?
2. Как выглядит структурная схема АТС на 100 номеров с применением обратного предыскания? Поясните принцип ее работы.
3. Какие основные блоки координатной АТС вы знаете? Поясните их назначение.
4. Какое построение междугородной телефонной сети называется радиально-узловым?
5. Что такое внутризоновый и междугородный код и индекс?
6. Какие системы обслуживания заявок в междугородной телефонной связи вы знаете?
7. Какие виды соединений обеспечивает междугородный коммутатор?
8. Какое оборудование входит в состав станции типа МРУ?
9. Каково назначение междугородных таксофонов? Назовите их типы.

ГЛАВА V

АВТОМАТИЗАЦИЯ МЕЖДУГОРОДНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

§ 33. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ МЕЖДУГОРОДНОЙ СВЯЗИ

Автоматизация местной и междугородной связи способствует созданию единой автоматизированной телефонной сети в целом по стране. Для автоматизации междугородной телефонной связи необходимо заменить на местных сетях ручные телефонные станции автоматическими, создать достаточно большие пучки телефонных каналов между пунктами, включаемыми в автоматизированную сеть, иметь специальную аппаратуру, позволяющую передавать сигналы управления процессом соединения по каналам дальней связи.

Опыт эксплуатации автоматизированной междугородной сети показал ее преимущества по сравнению с неавтоматизированной. К ним относятся большая скорость установления соединения, удобство пользования связью, снижение эксплуатационных расходов благодаря уменьшению штата телефонисток и др. Большой эффект дает также автоматическое осуществление транзитных соединений. В частности, по сравнению с ручным полуавтоматический способ установления междугородных соединений сокращает эксплуатационные расходы примерно на 40%, а автоматический — на 90%.

Однако автоматизация междугородной телефонной связи требует больших материальных затрат на приобретение и монтаж оборудования, увеличение числа каналов связи, реконструкцию местных и междугородных сетей и др. Поэтому переход к автоматическому способу установления междугородных соединений осуществляется по этапам с постепенным увеличением количества станций, включаемых в автоматизированные сети, и числа абонентов, пользующихся этим видом связи.

§ 34. ВИДЫ И СПОСОБЫ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ ПО КАНАЛАМ МЕЖДУГОРОДНОЙ СВЯЗИ

При автоматизированной междугородной связи по каналам для установления соединений и контроля должны передаваться сигналы управления и линейные сигналы. Количество передаваемых по каналам управляющих и линейных сигналов зависит от принятой системы обслуживания и способа установления соединения (полуавтоматический или автоматический), применяемых искателей и способов управления ими.

К сигналам управления относятся сигналы набора номера, передаваемые в прямом и обратном направлениях в процессе установления соединения между управляющими устройствами телефонных станций и узлов, например: запрос информации регистром, установленным на АМТС, от регистра РАТС, выдача информации

от регистра о междугородном номере вызываемого абонента, номере вызывающего абонента и его категории.

Сигналы набора номера (адресная информация) передаются для управления искателями декадно-шаговых АТС или регистрами координатных станций.

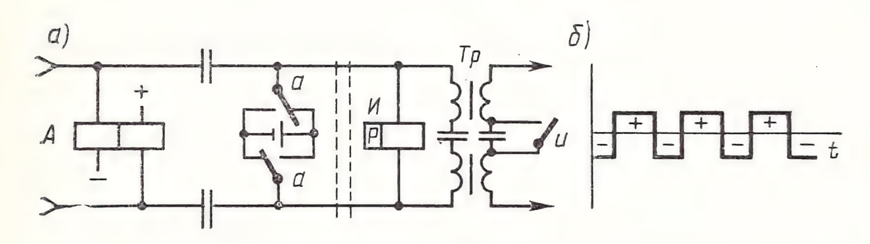


Рис. 55. Схема подачи сигналов управления на постоянном токе (*а*) и изменение полярности импульсов (*б*)

К линейным сигналам относятся сигналы ответа станции, контроля посылки вызова абоненту и занятости соединительных линий или самого абонента. Обычно эти сигналы передаются переменным током частотой 450 Гц и отличаются друг от друга продолжительностью посылок и интервалов между ними.

Управляющие сигналы передаются постоянным или переменным током по той же соединительной линии, по которой ведется разговор. Схема подачи сигнала на постоянном токе показана на рис. 55, *а*. Для повышения помехоустойчивости и увеличения дальности передачи в линии изменяется полярность импульсов (как показано на рис. 55, *б*). Передачу сигналов постоянным током можно осуществлять на сравнительно небольшие расстояния по воздушным (до 100 км) и кабельным (до 60 км) линиям, не оборудованным усилителями. Этот способ применяется достаточно редко из-за небольшой дальности передачи управляющих сигналов, зависимости качества прохождения импульсов от параметров линий и невозможности использования его на тональных каналах с полосой пропускания 300—3400 Гц, так как постоянный ток по ним не проходит.

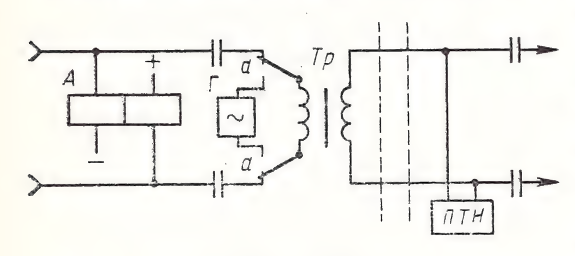


Рис. 56. Схема передачи управляющих сигналов переменным током тональной частоты

На рис. 56 показана схема передачи управляющих сигналов переменным током тональной частоты. При срабатывании реле *А* к трансформатору *Тр* контактами *а* подсоединяется генератор *Г*. От

него в линию идут импульсы с частотой тонального диапазона 300—3400 Гц. Эти импульсы на приемном конце поступают в приемник набора тональных импульсов *ПТН*, который преобразует их с помощью реле в импульсы постоянного тока для управления приборами АТС. По этой же схеме можно передавать управляющие сигналы импульсами подтональной частоты (50—150 Гц).

Однако схема имеет существенный недостаток: во время разговора приемник тонального набора *ПТН* иногда срабатывает от разговорных частот, совпадающих с применяемыми частотами управляющих сигналов (ложное срабатывание), или осуществляет неправильное соединение абонентов. Чтобы не допустить таких явлений, управляющие сигналы передают с помощью токов нескольких частот, используют приемники с высокой избирательностью (узкополосные), выбирают частоты сигналов в части спектра с наименьшей энергией разговорных токов и др.

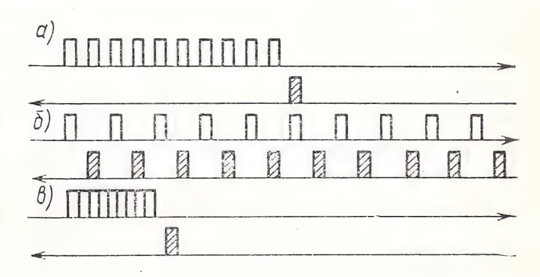


Рис. 57. Способы передачи сигналов управления:
а — «импульсным пакетом», *б* — «импульсным челноком», *в* — «безынтервальным пакетом», → — с исходящей станции на входящую, ← — с входящей станции на исходящую

В настоящее время разрабатывается система передачи управляющих сигналов по групповым сигнальным каналам для квазиэлектронных и электронных АМТС. При этом разговоры ведутся по телефонным каналам, а сигналы управления и контроля передаются по специально выделенному каналу, способному обслужить до 1000—1500 разговорных каналов.

В нашей стране применяется двухчастотная (1200 и 1600 Гц) и одночастотная (2600 Гц) аппаратура передачи сигналов.

В аппаратуре полуавтоматической связи АМСО-60-У для передачи сигналов, а также для вызова по каналам ручного обслуживания используется частота 2100 Гц.

Чтобы управляющие сигналы отличались друг от друга, их кодируют. В существующих системах сигналы отличаются либо частотами, либо продолжительностью импульсов, либо их числом. Используют также логическую последовательность работы схем передачи и приема импульсов, так как большинство сигналов нужно передавать в определенном порядке и схема может «запоминать» предыдущий сигнал. В этом случае повторно используют импульсы с одинаковыми характеристиками. В двухчастотной системе для распознавания одних сигналов применяется одна частота, для других — другая, а для третьих — обе частоты одновременно.

Система сигналов, позволяющая распознавать каждый из них в процессе установления соединений, называется *сигнальным кодом*. Кодирование сигналов дает возможность уменьшить время пе-

редачи сигналов управления и повысить достоверность передачи информации. Для исправления неправильно принятой информации в обратном направлении передается сигнал управления *«Повторить переданную информацию»*.

При кодировании сигналы управления могут передаваться «импульсным пакетом» (рис. 57, *а*), «импульсным челноком» (рис. 57, *б*) и «безынтервальным пакетом» (рис. 57, *в*). При передаче «импульсным пакетом» сигналы следуют друг за другом в виде импульсов. После приема всего «пакета» цифр приемное оборудование по ряду признаков проверяет правильность принятой информации и выдает сигнал подтверждения правильности приема. При передаче сигнала «импульсным челноком» каждая последующая цифра передается только после получения сигнала в обратном направлении *«Передать следующую цифру»*, если информация принята правильно, или *«Повторить переданную цифру»*, если информация принята с ошибкой. При передаче сигнала «безынтервальным пакетом» импульсы следуют друг за другом без интервалов, что позволяет уменьшить время передачи.

В настоящее время передача сигналов управления «импульсным пакетом» используется на каналах между станциями и узлами междугородной сети, а также на заказно-соединительных линиях между АТС местной сети и исходящей АМТС. Между входящей АМТС и АТС местной сети, а также между местными АТС применяется передача «импульсным челноком». Передача «безынтервальным пакетом» осуществляется при передаче номерной информации от аппаратуры автоматического определения номера вызывающего абонента *АОН*.

§ 35. ДВУХЧАСТОТНАЯ АППАРАТУРА ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ МЕЖДУГОРОДНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

В двухчастотной аппаратуре сигналы управления и взаимодействия передаются токами тональных частот 1200 и 1600 Гц, которые вырабатываются специальными генераторами *ГТН*, а принимаются приемниками тонального набора *ПТН*.

В безрегистровых (декадно-шаговых) системах автоматической и полуавтоматической связи передача адресной информации не кодируется. Для повышения достоверности передачи адресной информации используют специальные корректоры импульсов.

Для междугородных каналов обычно используется четырехпроводная схема: по одной паре проводов идет передача в одну сторону, по другой — в другую. Переход от двухпроводной схемы к четырехпроводной осуществляется с помощью специальных дифференциальных систем, которые подробно будут рассмотрены в гл. VI.

На рис. 58 показана упрощенная схема аппаратуры полуавтоматической междугородной телефонной связи. Здесь дифсистемы *ДС* применены для разделения сигналов управления и линейных, идущих к приемнику тонального набора *ПТН*, и разговорных то-

ков. Каждый канал имеет исходящий *ИКТН* и входящий *ВКТН* комплекты тонального набора, приемники тонального набора *ПТН*. Канал подключен к междугородному групповому искателю *МГИ*. Линии от исходящего междугородного коммутатора *МК*исх станции

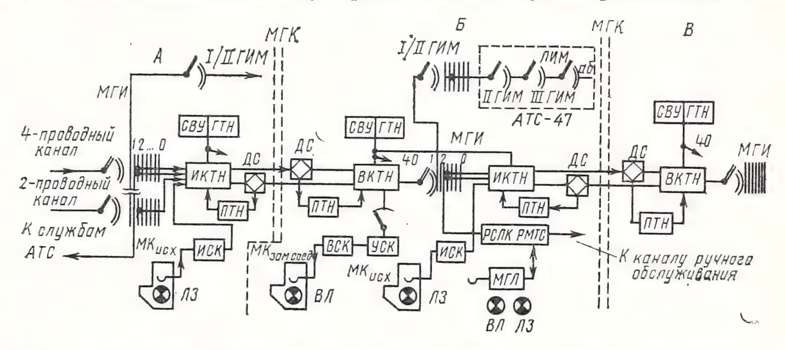


Рис. 58. Упрощенная схема аппаратуры полуавтоматической междугородной телефонной связи

А подключаются к комплектам *ИКТН* через исходящие комплекты *ИСК*, используемые для согласования различных коммутаторов (МРУ, М-60 и др.) с типовой аппаратурой автоматической связи.

Комплекты *ИКТН* и *ВКТН* управляют процессом установления соединений и создают на МТС разговорный тракт. Сигнально-вызывное устройство *СВУ* служит для создания вызывных и зуммерных токов.

В качестве *МГИ* используются декадно-шаговые искатели (рис. 59). Две щетки на рисунке обозначают, что соединение устанавливается по четырехпроводной системе. В первую декаду включены соединительные линии к городской телефонной сети, во вторую — выходы к служебной АТС междугородной телефонной станции, остальные декады используются для установления транзитных соединений, в которые включаются исходящие каналы полуавтоматического и ручного обслуживания.

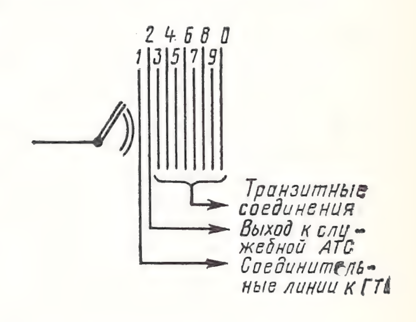


Рис. 59. Использование декад поля междугородного группового искателя МГИ

Рассмотрим процесс установления соединений между исходящей станцией *А* и оконечным пунктом станции *Б* (см. рис. 58). При поступлении вызова телефонистка коммутатора *МК*исх вставляет штепсель в соответствующее гнездо и переводит ключ в положение *«Опрос»*. При этом занимаются комплекты *ИСК*, *ИКТН* и междугородный канал. Из *ИКТН* станции *А* в схему *ВКТН* станции *Б* посылается сигнал *«Занятие»* частотой 1600 Гц, по которому занимаются *ВКТН* и *МГИ*. Из схемы *ВКТН* на станцию *А* поступает

двухчастотный сигнал «*Передавайте код*», а по его окончании — зуммерный сигнал (частотой 450 Гц) «*Ответ станции*». Телефонистка набирает междугородный код (единицу) и эти импульсы передаются по каналу током частотой 1200 Гц, а затем принимаются *ПТН,* который с помощью *ВКТН* воздействует на *МГИ*. Последний поднимает щетки на уровень первой декады и выбирает свободную соединительную линию к городской АТС оконечного пункта станции *Б*. После этого на станцию *А* посылается двухчастотный сигнал «*Передавайте абонентский номер*», а за ним акустический сигнал для телефонистки «*Набирайте номер*». Телефонистка набирает номер, который по линии передается током частотой 1200 Гц. Щетки *ЛИМ* устанавливаются на линии вызываемого абонента.

Если абонентская линия свободна, то из схемы *ВКТН* непрерывно подается двухчастотный сигнал «*Абонентская линия свободна*» до ответа вызываемого абонента. При ответе абонента сигнал прекращается. В случае занятости вызываемого абонента местным соединением из ВКТН подается кратковременный сигнал частотой 1200 Гц. При этом отбойная лампа телефонистки мигает и в этом случае телефонистка может подключиться параллельно к разговорному тракту. Если вызываемый абонент согласен прервать разговор, телефонистка подает в линию управляющий сигнал частотой 1600 Гц, после чего подсоединяет вызывающего абонента. Если абонентская линия занята междугородным соединением, то кроме мигания отбойной лампы телефонистке подается зуммер «*Занято*» и соединение установить нельзя.

При отбое из схемы *ВКТН* подается двухчастотный сигнал «*Отбой*», на коммутаторе зажигается отбойная лампа и телефонистка вынимает штепсель из гнезда. Из схемы *ИКТН* посылается двухчастотный сигнал «*Разъединение*», который создает цепь для возвращения приборов станции *Б* в исходное положение, после чего с этой станции подается сигнал «*Освобождение*». На станции *А* приборы также возвращаются в исходное состояние.

Рассмотрим соединение станции *А* со станцией *В*, проходящее транзитом через станцию *Б*. Междугородный код при этом состоит из двух знаков: один — для управления ступенью *МГИ* станции *Б* и другой — для управления *МГИ* станции *В*. Получив из схемы *ВКТН* станции *Б* сигнал «*Передавайте междугородный код*», телефонистка набирает первую цифру кода, *МГИ* станции *Б* выбирает свободный канал в направлении станции *В*. Из схемы *ВКТН* станции *В* через станцию *Б* на исходящую станцию *А* вторично поступает зуммерный сигнал. Телефонистка набирает вторую цифру кода (единицу), и *МГИ* станции *В* находит свободную линию к городской АТС (на схеме она не показана). Далее из схемы *ВКТН* оконечной станции *В* подается сигнал «*Передавайте абонентский номер*», а затем процесс установления соединения не отличается от рассмотренного.

Если свободных каналов в направлении станции *В* нет, вызов может быть поставлен на ожидание. В этом случае на исходящую

станцию подается сигнал частотой 1200 Гц, вызывающий мигание лампы, и акустический сигнал ожидания. Если нет комплектов ожидания и все каналы заняты, поступает сигнал частотой 1600 Гц, при котором лампа начинает мигать с удвоенной частотой, и подается акустический сигнал занятости. Телефонистка станции *В* может вызвать телефонистку коммутатора замедленных соединений транзитной станции *Б* (послать ей «*Вызов*») и передать заказ.

Для связи с ручной междугородной станцией РТМС на станции *Б* имеется комплект реле соединительной линии РСЛК.

§ 36. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОМАТИЧЕСКИХ МЕЖДУГОРОДНЫХ ТЕЛЕФОННЫХ СТАНЦИЯХ И УЗЛАХ

Для автоматизации междугородной и зоновой телефонной связи используют несколько типов АМТС отечественного (АМТС-1М, АМТС-2, АМТС-3, «Кварц») и зарубежного («Метаконта 10С», ARM-20, ARE-13, AXE-10) производства. Эти станции могут работать совместно на автоматически коммутируемой телефонной сети с использованием типового кода линейных сигналов двухчастотной или одночастотной системы сигнализации. Абоненты местных телефонных сетей выходят на АМТС по заказно-соединительным линиям. Номер вызывающего абонента и его категория определяются с помощью аппаратуры автоматического определения номера АОН и передаются в оборудование автоматического учета стоимости междугородных разговоров, находящихся на АМТС.

Автоматические междугородные телефонные станции могут работать и при отсутствии аппаратуры АОН. При этом вызывающий абонент должен набрать собственный номер.

В узлах автоматической коммутации УАК устанавливаются лишь транзитные соединения и только автоматическим способом. Поэтому оборудование УАК является частью оборудования АМТС.

Объем оборудования коммутации АМТС и УАК при заданной нагрузке и его построение определяются общим числом коммутируемых входящих и исходящих каналов (линий), количеством различных направлений, проводностью, т. е. числом коммутируемых проводов. В зависимости от общего числа каналов различают станции и узлы большой (свыше 1500 каналов), средней (от 500 до 1500 каналов) и малой (до 500 каналов) емкости. Количество коммутируемых проводов на АМТС и УАК обычно больше, чем на АТС местных сетей. На некоторых станциях число коммутируемых проводов достигает 12. На координатных АМТС обычно проводность ограничивается шестью, а на квазиэлектронных — четырьмя проводами.

В качестве основного коммутационного элемента на отечественных АМТС применяются многократные координатные соединители МКС.

На АМТС-2 и АМТС-3 используют четыре коммутационных устройства со ступенями:

группового искания II ГИ (ВГИ) — для распределения нагрузки, поступающей на станцию с зоновой телефонной сети;

группового искания I ГИМ — для распределения нагрузки, направляемой к АТС;

междугородных соединений МС;

регистрового искания РИ — для подключения управляющих устройств станции.

На УАК устройств II ГИ и I ГИМ нет, так как они не требуются при установлении транзитных соединений. Ступени II ГИ (ВГИ) и I ГИМ по своей схеме, возможностям и конструкции (они двухзвенные) одинаковы.

Станции ARM-20 и УАК являются более совершенными, чем АМТС-2 и АМТС-3. У них имеется всего одна ступень коммутации, заменяющая ступени II ГИ, МС и I ГИМ и состоящая из четырех звеньев.

Для управления коммутацией применяют маркеры, регистры и пересчетчики.

Работа маркеров ступеней ГИ, ГИМ, РИ аналогична работе маркеров ступеней коммутации координатных АТС местных сетей, рассмотренных выше. Маркер ступени МС управляет работой коммутационных устройств после получения от пересчетчика или регистра информации о выбранном направлении. Он имеет устройство памяти о занятости или свободности всех исходящих и промежуточных линий.

На станции АМТС-3 информация в маркеры I МГИ и II МГИ из пересчетчика поступает через регистр. На АМТС-2 управление происходит с помощью общего маркера, на который поступает информация непосредственно от пересчетчика. После получения информации от пересчетчика маркер выбирает свободный канал (линию) в одном из исходящих блоков и свободную промежуточную линию между звеньями.

Регистры АМТС и УАК служат для накопления номерной информации, необходимой для установления соединения. Регистр может фиксировать либо весь междугородный номер *ABC ab xxxxx* (исходящий регистр), либо только его часть *ABC* (регистр кода), либо зоновый (местный) номер *ab xxxxx* (входящий регистр). Цифры номера фиксируются двоичными элементами (реле, триггерами и др.). Каждая цифра фиксируется четырьмя двоичными элементами, т. е. для фиксации всех десяти знаков междугородного кода необходимо 40 таких элементов.

Пересчетчик представляет собой устройство, которое по номерной информации определяет направление установления соединения на своей станции, а также на других станциях, если АМТС управляет соединением в пределах зоны или всей сети. Поэтому в пересчетчик из регистра передается только часть номерной информации, необходимой для определения направления: междугородный код, а иногда и первые знаки зонового номера. На станции с управлением по ступеням искания пересчетчик, не имея непосредственной связи с маркерами этих ступеней, передает информацию

снова регистру и освобождается. Регистр передает часть этой информации маркеру I МГИ, а затем после занятия выхода ступени искания — в маркер II МГИ. Заняв свободный канал, регистр передает номерную информацию на следующую станцию и также освобождается. На станции с общим управлением пересчетчик не занимает регистр передачей обратной информации. Коммутационное оборудование соединяет между собой каналы и линии станции, оборудование управления обеспечивает установление соединений. При исходящей автоматической связи используется аппаратура учета стоимости разговоров. Вспомогательное оборудование состоит из устройства для контроля нагрузки и качества обслуживания, контрольно-испытательной аппаратуры.

§ 37. АВТОМАТИЧЕСКАЯ МЕЖДУГОРОДНАЯ ТЕЛЕФОННАЯ СТАНЦИЯ АМТС-1М

Станция АМТС-1М (модифицированная) является декадно-шаговой. Она построена с использованием двухчастотной аппаратуры полуавтоматической междугородной телефонной связи и дополнена

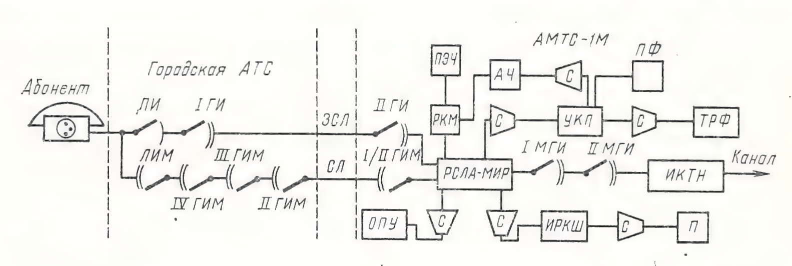


Рис. 60. Функциональная схема междугородной связи с помощью АМТС-1М

оборудованием, позволяющим устанавливать междугородные соединения автоматическим способом. На АМТС-1М междугородные коммутаторы сохраняются, что позволяет наряду с автоматическим способом соединений использовать и полуавтоматический. Максимальная емкость АМТС-1М для исходящих автоматических соединений составляет 180—200 междугородных каналов. Аппаратура автоматического учета стоимости разговоров станции рассчитана на наличие в стране десяти тарифных зон. Максимальная длительность междугородных разговоров равна 29 мин. При превышении этого времени разговорная цепь автоматически разъединяется.

Функциональная схема оборудования АМТС-1М показана на рис. 60.

На АМТС заказно-соединительные линии для исходящей связи включаются в ступень *II ГИ*. Для установления исходящего соединения вызывающий абонент набирает двузначный номер, в котором первая цифра (8) обеспечивает через *ГИ* занятие заказно-соединительной линии к АМТС, а вторая цифра устанавливает *II ГИ*

на свободный выход к комплекту реле *РСЛА — МИР*. Этот комплект соединительной линии выполняет функции исходящего регистра автоматической междугородной связи и осуществляет обмен сигналами между городской АТС и АМТС. Он также содержит устройства первичной фиксации данных, необходимых для автоматического учета стоимости разговоров.

После набора первых двух знаков набирается междугородный номер вызываемого абонента, состоящий из трехзначного кода и семизначного номера абонента. Если в номере требуемого абонента менее семи цифр, то перед номером набираются нули или двойки. Этот десятичный номер фиксируется в *РСЛА — МИР*. Далее абонент набирает свой номер, так как *АМТС-1М* не предусматривает работу с АТС, где имеется *АОН*. Собственный номер абонента одновременно передается в приборы междугородного шнура городской АТС (*I—IV ГИМ* и *ЛИМ*). К моменту окончания набора абонентом собственного номера он оказывается соединенным с *РСЛА — МИР* по двум линиям: заказно-соединительной через *ПИ, I ГИ* и *II ГИ* и соединительной через — *I—IV ГИМ* и *ЛИМ*.

После окончания набора к *РСЛА — МИР* через соединитель *С* подключается общестанционное проверочное устройство *ОПУ* для проверки правильности набора вызывающим абонентом своего собственного номера. *ОПУ* проверяет наличие замкнутой двухпроводной цепи (*ПИ, I ГИ, II ГИ, I—IV ГИМ, ЛИМ*) подачей тока тональной частоты. Если абонент ошибочно или умышленно наберет номер не своего аппарата, замкнутая двухпроводная цепь не будет создана, так как *ЛИМ* и *ПИ* будут подключены к разным абонентским линиям: *ПИ* — к линии вызывающего абонента, а *ЛИМ* — к линии другого абонента. В этом случае *РСЛА — МИР* и другие приборы освобождаются и вызывающему абоненту передается сигнал «*Занято*». Если собственный номер набран правильно, освобождаются приборы *I—IV ГИМ* и *ЛИМ*, а соединение с АМТС по заказно-соединительной линии сохраняется.

Далее устанавливается междугородное соединение. Комплект *РСЛА — МИР* с помощью соединителя *С* отыскивает свободный исходящий регистр кода (шнуровой) *ИРКШ* и передает ему три знака междугородного кода. *ИРКШ* соединяется через соединитель с пересчетчиком *П*, который передает информацию в ступени *МГИ* для занятия свободного канала в требуемом направлении. После занятия канала с противоположной станции передается в *ИРКШ* через исходящий комплект тонального набора *ИКТН* ступени *МГИ* и *РСЛА — МИР* сигнал «*Передавайте код*». По этому сигналу *ИРКШ* передает на соседнюю АМТС зафиксированный код и освобождается.

Если на соседней АМТС устанавливается оконечное соединение, то оттуда поступает сигнал «*Набирайте номер*», который принимается комплектом реле *РСЛА — МИР*. Этот комплект передает через ступени *МГИ* и *ИКТН* зафиксированный номер абонента. При незанятости линии и вызываемого абонента соседняя входящая АМТС обеспечивает посылку сигнала «*Абонент свободен*», под дейст-

вием которой *РСЛА — МИР* исходящей *АМТС* дает вызывающему абоненту сигнал контроля посылки вызова. При ответе вызываемого абонента устанавливается разговорный тракт, а комплект реле *РСЛА — МИР* фиксирует междугородный номер вызываемого абонента и номер вызывающего абонента.

После сигнала «*Ответ*» комплект реле *РСЛА — МИР* соединяется с общестанционным комплектом реле контроля минутных импульсов *РКМ*, который действует от общестанционных первичных электрочасов ПЭЧ. Отсчет длительности разговора начинается примерно через 10 с после ответа вызываемого абонента и прекращается после получения сигнала «*Отбой*».

При получении сигнала «*Отбой*» от любого из участвующих в разговоре абонентов комплект реле *РСЛА — МИР* через соединитель *С* подключается к любому свободному в данный момент управляющему комплекту перфоратора *УКП*, который связан с перфоратором *ПФ*, авточасами *АЧ* и тарификатором *ТРФ*. От *АЧ* поступает информация о месяце, дне, часе и тарифе (нормальном или льготном), которая фиксируется на перфокарте. Тарификатор по междугородному коду определяет тарифную зону и, имея сведения о продолжительности разговора, вычисляет его стоимость, которая также фиксируется на перфокарте. Перфокарты передаются на машиносчетную станцию для автоматической выписки счетов.

§ 38. АВТОМАТИЧЕСКАЯ МЕЖДУГОРОДНАЯ ТЕЛЕФОННАЯ СТАНЦИЯ АМТС-2

Емкость станции АМТС-2 составляет 1500—3000 исходящих и входящих междугородных телефонных каналов. Для установления соединений полуавтоматическим и ручным способом здесь применяются коммутаторы бесшнурового типа. Станция обеспечивает четырехпроводный разговорный тракт от входа до выхода в пределах всей станции. В АМТС-2 номер и категория вызывающего абонента при немедленной системе обслуживания и наличии на ГТС аппаратуры *АОН* фиксируются на специальном табло коммутатора с цифровыми лампами, что освобождает телефонистку от необходимости обратного вызова абонента для проверки правильности названного им номера.

Упрощенная функциональная схема АМТС-2 показана на рис. 61. *ВКЗСЛ* — входящие комплекты заказно-соединительных линий, подсоединяемые к *II ГИ*, который распределяет нагрузку, поступающую на станцию от зоновой сети. *РСЛА* — комплекты реле соединительных линий для автоматической связи, к которым подключается аппаратура учета стоимости *АУС* разговоров. Через ступени *РИ* регистры подключаются к соответствующим линейным комплектам. *ИКТН* и *ВКТН* — исходящие и входящие комплекты тонального набора, подключаемые к междугородным каналам, *ИК* и *ВК* — исходящий и входящий междугородные коммутаторы, *КЗС* — коммутатор замедленных соединений.

Для установления исходящего соединения при автоматическом способе регистр подключается к комплекту *РСЛА* и запоминает номер вызываемого абонента. Одновременно в *АУС* фиксируется номер вызывающего абонента и его категория. Пересчетчик определяет по коду *АВС* требуемое направление и передает эту информацию маркеру *МС*, который устанавливает соединения.

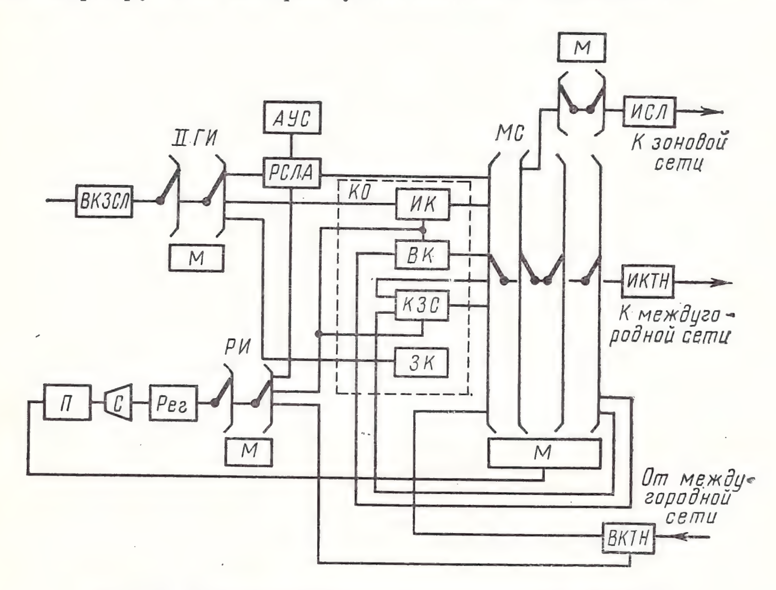


Рис. 61. Упрощенная функциональная схема АМТС-2

Входящее соединение при автоматическом и полуавтоматическом способах начинается с занятия *ВКТН*, к которому подключается регистр, фиксирующий сокращенный код и зоновый номер. Далее через два звена ступени маркера устанавливается соединение с зоновой сетью через ступень *I ГИМ*. Так же устанавливается транзитное соединение, но при этом *ВКТН* соединяется через *МС* с *ИКТН*. При всех соединениях к разговорному каналу может подключиться телефонистка междугородного коммутатора.

§ 39. АВТОМАТИЧЕСКАЯ МЕЖДУГОРОДНАЯ ТЕЛЕФОННАЯ СТАНЦИЯ АМТС-3

Станция АМТС-3 дает возможность установить исходящие, входящие и транзитные соединения: автоматическим способом — при скорой системе обслуживания; полуавтоматическим способом — при немедленной системе обслуживания; ручным способом — при заказной системе эксплуатации (с использованием междугородных коммутаторов, входящих в комплект АМТС-3). Предельная емкость АМТС-3 составляет 700 исходящих и 700 входящих междугородных телефонных каналов для автоматической и

полуавтоматической связи, 1500 соединительных и 2500 заказно-соединительных линий для связи с местными сетями. На станции устанавливают специально разработанные комплекты ВКТН, а также комплекты ИКТН от АМТС-2. Можно также использовать комплекты ИКТН и ВКТН двухчастотной полуавтоматической связи.

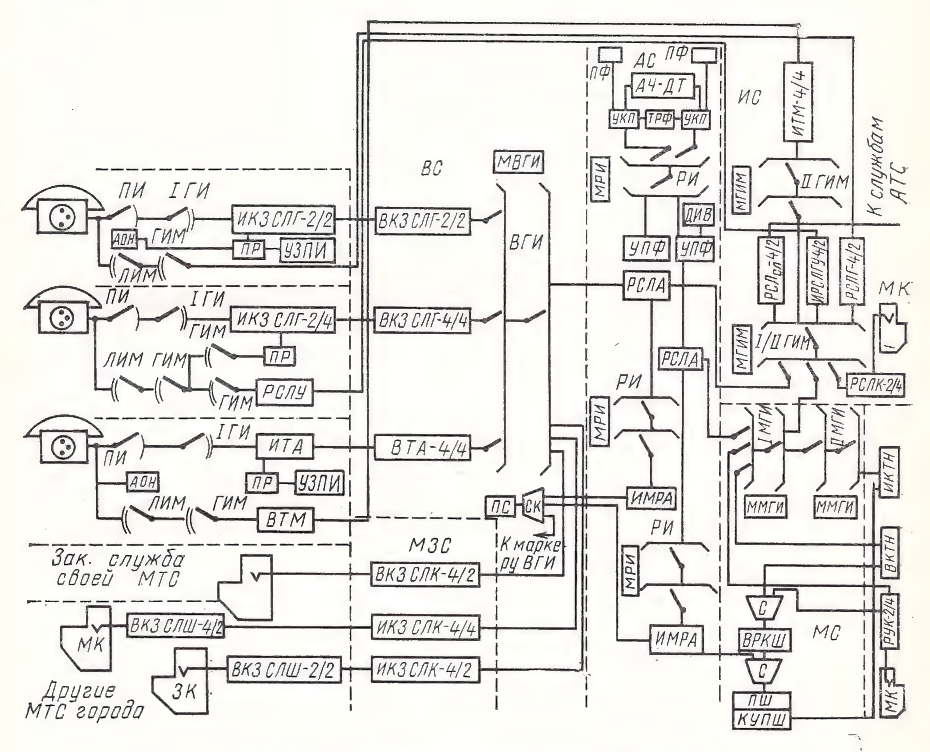


Рис. 62. Функциональная схема АМТС-3

Функциональная схема АМТС-3 показана на рис. 62. Рассмотрим последовательность установления соединений на этой станции. Для установления междугородного исходящего соединения автоматическим способом абонент набирает цифру «*8*» и занимает свободный исходящий комплект заказно-соединительной линии *ИКЗСЛГ* или исходящий транслятор абонентского шнура *ИТА* городской *АТС*. Цифры *2/2* или *2/4* при *ИКЗСЛГ* показывают, что в комплекте предусмотрен двухпроводный вход и двухпроводный или четырехпроводный выход. К *ИКЗСЛГ* подключается промежуточный регистр *ПР*, соединенный с приемным устройством запроса и приема информации *УЗПИ*. Если на АТС не установлена аппаратура автоматического определения номера абонента *АОН*, абонент после набора десятизначного междугородного номера набирает свой собственный номер.

По окончании набора номера из маркера ступени *ВГИ* через входящий комплект заказно-соединительной линии *ВКЗСЛГ* на АТС передается сигнал запроса, который поступает в *ПР*. Из промежуточного регистра на АМТС передается первая цифра кода. Через ступень *ВГИ* занимается свободный комплект реле соединительных линий автоматической связи *РСЛА*, к которому через ступень *РИ* подключается исходящий междугородный регистр автоматической связи *ИМРА*. Из *ИМРА* передается сигнал в *ПР*, который выдает всю зафиксированную номерную информацию. Одновременно эта информация фиксируется в устройстве первичной фиксации данных *УПФ* для определения стоимости разговоров. Комплект *ИМРА*, зафиксировав полученную из *ПР* адресную информацию, подключается через соединитель *С* к пересчетчику *ПШ* (шнуровой) и передает в него код зоны.

Коммутационное устройство пересчетчиков (шнуровых) *КУПШ* имеет информацию от всех *ИКТН* о наличии свободных каналов в требуемом направлении. При наличии свободного канала *ПШ* пересчитывает код и передает информацию о выбранном направлении в *ИМРА*. Одновременно *ПШ* по коду определяет, какое соединение будет устанавливаться на следующей станции (оконечное или транзитное), передает эту информацию в *ИМРА*, а затем отключается. Пересчитанная информация передается регистром в маркеры ступеней *МГИ*, которые устанавливают соединение *РСЛА* с *ИКТН* свободного канала в нужном направлении. Между *ИКТН* данной АМТС и *ВКТН* соседней происходит обмен сигналами *«Занятие»* и *«Передавайте код»*. Из *ИМРА* в канал поступает трехзначный междугородный код, если следующая станция транзитная, и сокращенный — «1», если следующая станция оконечная. С соседней АМТС поступает сигнал *«Передавайте номер»*. *ИМРА* передает номер и освобождается. Сигналы соседней АМТС поступают также в *РСЛА*. При поступлении сигнала *«Занято»* происходит разъединение цепи, а при получении сигнала *«Ответ»* устанавливается разговорный тракт и в УПФ из датчика импульсов времени *ДИВ* начинают поступать импульсы отсчета времени. После получения сигнала *«Отбой»* отсчет времени прекращается и *УПФ* через ступень *РИ* соединяется с аппаратурой учета стоимости разговоров.

Для установления междугородного исходящего соединения полуавтоматическим способом абонент после набора цифры «*8*» набирает двузначный код с цифрой «*1*» на первом месте. Этот код передается в маркер ступени *ВГИ*, который устанавливает соединение с коммутатором. Телефонистка вставляет штепсель в гнездо коммутатора и занимает специальный релейно-усилительный комплект *РУК*, к которому через соединитель *С* подключается входящий регистр кода (шнуровой) *ВРКШ*. Из *ВРКШ* через *РУК* на коммутатор поступает сигнал *«Наберите код»*. После приема номерной информации *ВРКШ* подключается к пересчетчику и передает ему междугородный код. Информация о номере направления поступает из пересчетчика в *ВРКШ*, а затем в ступень *МГИ*. Про-

исходит занятие *ИКТН* свободного канала. По сигналу из *ИКТН* *«Передавайте код»* *ВРКШ* передает междугородный или сокращенный код (цифра «*1*») в канал и отключается.

При установлении входящего междугородного соединения в *ВКТН* поступает сигнал *«Занятие»*, который через соединитель *С* подключается к входящему регистру кода *ВРКШ* и передается на исходящую станцию сигнал *«Передавайте код»*. С этой станции приходит сокращенный код «*1*», по которому из *ВРКШ* поступает команда в маркер ступени *I МГИ*. Происходит установление соединения *I/II ГИМ*. Затем на соседнюю исходящую станцию из *ВКТН* передается сигнал *«Набирайте номер»*, а обратно поступает номерная информация. После приема первой цифры обеспечивается занятие свободной соединительной линии через поле *I/II ГИМ*. Все остальные цифры транслируются в приборы междугородного шнура городской АТС или зоновой сети.

Транзитное соединение устанавливается следующим образом. При занятии *ВКТН* к нему подключается *ВРКШ*, в который по сигналу *«Передавайте код»* с соседней станции поступает трехзначный междугородный код. Зафиксировав этот код, *ВРКШ* через соединитель подключается к пересчетчику, передает в него код и получает обратно информацию о выбранном направлении. Эта информация из *ВРКШ* передается в маркеры ступеней *МГИ*, которые устанавливают соединение между *ВКТН* и *ИКТН* свободного канала в требуемом направлении. Затем, получив сигнал *«Передавайте код»*, *ВРКШ* (через *ВКТН*, ступени *МГИ* и *ИКТН*) передает зафиксированный трехзначный код, если следующая станция транзитная, или сокращенный код (цифра «*1*»), если следующая станция оконечная. После передачи кода *ВРКШ* освобождается.

Для связи с другими МТС данного города на АМТС-3 имеются исходящий комплект межстанционной транзитной линии *ИКШ* и входящий *ВКШ*. Эти комплекты выполняют те же функции, что *ИКТН* и *ВКТН*, только обмен линейными сигналами между ними осуществляется постоянным током, а не сигналами тональных частот.

Для установления автоматической связи с абонентом в пределах своей зоновой сети необходимо набрать цифру «*8*» (выход на АМТС), цифру «*2*» и семизначный номер абонента (*abxxxxx*). Эта информация фиксируется в промежуточном регистре АТС и передается в маркер ВГИ, который устанавливает соединение входящей заказно-соединительной линии с комплектом *РСЛА*, предназначенным для внутризоновой связи. В этом случае в *ИМРА* не поступает междугородный код, как при исходящем автоматическом междугородном соединении, и он не соединяется с пересчетчиком. *ИМРА* передает первые две цифры зафиксированного семизначного номера в ступени *I/II ГИМ* и *II ГИМ*. Происходит соединение исходящего комплекта с зоновой сетью, и остальные цифры передаются в приборы АТС этой зоны.

§ 40. АВТОМАТИЧЕСКАЯ МЕЖДУГОРОДНАЯ ТЕЛЕФОННАЯ СТАНЦИЯ С ОБОРУДОВАНИЕМ СИСТЕМЫ ARM-20

Оборудование системы ARM разработано шведской фирмой «Эриксон» и изготовляется в Швеции и Югославии. В зависимости от назначения выпускаются различные модификации системы ARM. Но все они являются координатными с регистровым управлением и обходным способом установления соединений. На станциях ARM могут применяться шнуровые и бесшнуровые коммутаторы для обслуживания соединений полуавтоматическим и ручным способами.

Станции системы ARM позволяют осуществлять междугородные и внутризоновые автоматические и полуавтоматические соединения с четырехпроводной коммутацией разговорного тракта.

В Советском Союзе оборудование системы ARM-20 большой емкости установлено на АМТС в ряде крупных городов.

В системе ARM-20 обеспечивается взаимодействие с любыми другими АТС. Для передачи сигналов по междугородным каналам, а также уплотненным заказно-соединительным и соединительным линиям используются тональные частоты. При этом для передачи сигналов может использоваться как разговорная полоса, так и выделенный канал. Основным для междугородных каналов в системе ARM является одночастотный временной сигнальный код на частоте 2600 Гц с передачей номерной информации кодом «*2* из *6*». Однако это же оборудование разрешает включение каналов и с двухчастотной системой передачи сигналов (1200/1600 Гц). Кроме того, в регистровом оборудовании заложена возможность передачи номерной информации как декадными импульсами, так и многочастотным кодом.

Емкость АМТС системы ARM-20 может достигать 4000 входящих и 4000 исходящих линий. Сопряжение двух таких АМТС дает возможность увеличить емкость станции вдвое. В качестве основных коммутационных приборов на станциях системы ARM используются МКС $10\times20\times5$ и $10\times12\times10$ и несколько типов реле — миниатюрные поляризованные, герконовые, ртутные и термореле.

В отличие от станций АМТС-2 и АМТС-3, имеющих несколько узлов коммутационного оборудования, у ARM-20 только одна четырехзвенная ступень коммутации, предназначенная для включения всех типов линий: исходящих и входящих, заказно-соединительных и соединительных зоновой сети, входящих междугородных телефонных каналов, а также выходов к междугородным коммутаторам.

Функциональная схема ступени междугородных соединений МС и линейного оборудования стации ARM-20 показана на рис. 63. Она состоит из входящих (*GI*) и исходящих (*GU*) блоков $200\times\times200\times400$, к ним подсоединяются входящие (*FIR*) и исходящие (*FUR*) комплекты. Соединения на станции устанавливаются, как правило, через четыре звена. Некоторые виды соединений, например к АТС местных телефонных сетей, могут проходить через два

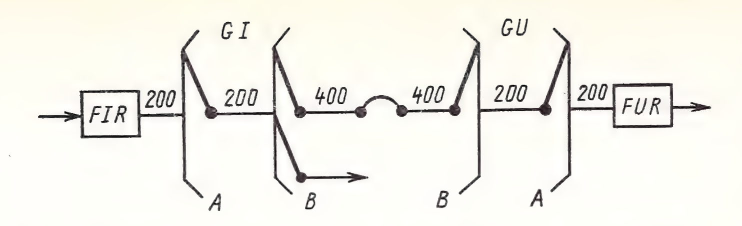


Рис. 63. Структурная схема ступени междугородных соединений МС станции ARM-20

Рис. 64. Структурная схема АМТС системы ARM-20

звена. На одном стативе размещается 10 *МКС*. Число блоков на ступени *МС* зависит от емкости станции. На АМТС емкостью 4000 исходящих и 4000 входящих линий устанавливаются 20*GI* и 20*GU*.

Для ступени *РИ* используются двухзвенные коммутационные блоки 16×10×20, состоящие из одного *МКС* 10×12×10. Четыре таких блока объединяются в группу, обеспечивающую подключение 60 линейных комплектов к 20 регистрам.

Релейные соединители строятся, как правило, на многоякорных реле, релейное поле которых подобно полю вертикального блока *МКС*. Неподвижные пружины являются общими шинами, а подвижные пружины каждой из десяти групп приводятся в действие отдельным якорем, поэтому у многоякорного реле имеется 10 катушек, приводящих в действие 10 контактных групп.

Функциональная схема АМТС системы ARM-20 показана на рис. 64. Станция имеет линейное и коммутационное оборудование, а также оборудование управления и учета стоимости. В состав линейного оборудования входят релейные комплекты входящих *FIR* и исходящих *FUR* линий различных назначений: каналов к междугородному коммутатору (*L—O*); междугородных каналов с одночастотной системой сигнализации (*T—Y*); с двухчастотной системой сигнализации (2*T—Y*); уплотненных заказно-соединительных и соединительных линий без выделенного сигнального канала (*ZT-N*, *T-N*); заказно-соединительных и соединительных линий к АТС (*ZT-H, T-H, ZL-H, L-H*); линий к служебной АТС (*SE*).

В состав коммутационного оборудования входит четырехзвенная коммутационная ступень, состоящая из двухсотенных блоков.

К оборудованию управления относятся регистровый и маршрутный комплексы, а также приборы сигнализации занятости линии. Регистровый комплекс обеспечивает прием номерной информации, на основе которой происходит управление установлением соединения. К этому комплексу относятся регистры *Reg*, ступени регистрового искания *RS*, кодовые приемники *KM* и передатчики *KS*, искатели кодовых передатчиков и приемников *SS*.

Маршрутный комплекс обеспечивает установление соединения через коммутационную ступень. К нему относится маркер *M*, маршрутный маркер *VM*, соединитель *RM*, распределители вызовов *RK*/*M* и блокирующие устройства *GGD*.

Приборы сигнализации занятости линии (пробный блок *TB* и реле свободности направления *VL*) обеспечивают маркерам возможность пробы и выбора свободной линии в требуемом направлении.

Передача линейных сигналов по заказно-соединительным линиям *ЗСЛ*, образованным аппаратурой без выделенного сигнального канала между центральной станцией *ЦС* местной сети зоны и станцией ARM-20, осуществляется одночастотным кодом 2600 Гц, а сигналы управления передаются декадным способом и многочастотным способом безынтервальным пакетом кодом «*2* из *5*». Для принятия этих сигналов на ARM-20 используются исходящие регистры *Reg*-*H*/*N*, которые подключаются к входящим комплектам

FIR через регистровую ступень искания *RS*. В состав этих регистров входят кодовые приемники декадных импульсов *KM-D*. Для запроса и приема информации из *АОН* подключаются устройства запроса и приема информации *УЗПИ*.

Сигналы управления по каналам междугородной телефонной сети, исходящим от ARM-20 к АМТС-2 и АМТС-3, передаются декадным способом на частоте 1200 Гц, для чего к исходящим регистрам *Reg-H/N* подключаются через соединитель *SS* кодовые передатчики *KS-D*. Прием таких сигналов при входящей или транзитной связи от АМТС-2 и АМТС-3 осуществляется входящими регистрами *Reg-2T* с кодовыми приемниками *KM-D*. Эти регистры подключаются к входящим комплектам каналом *FIR-2T-Y* через ступень регистрового искания.

Сигналы управления по междугородным каналам между двумя ARM-20 передаются многочастотным способом импульсным пакетом кодом «*2* из *6*». Передача таких сигналов от ARM-20 осуществляется при исходящей связи исходящими регистрами *Reg-H/N*, к которым в этом случае через соединитель подключается кодовый передатчик *KS-V*, а при транзитной связи — от ARM-20 входящими регистрами *Reg-Y/O*, к которым также подключается *KS-V*. К тому же входящему регистру *Reg-Y/O* подключаются запоминающее устройство *MVA* и через соединитель *SS* приемник *KM-V*.

При связи по соединительным линиям с координатными районными АТС и центральной станцией ЦС сигналы управления передаются многочастотным способом (импульсным челноком) кодом «*2* из *6*». Для передачи этих сигналов при внутризоновой связи к исходящим регистрам *Reg-H/N* через соединитель подключается кодовый передатчик *KS-K*, а при входящей связи этот же передатчик подключается к входящему регистру.

Входящие комплекты всех *ЗСЛ* от РАТС и ЦС не только выполняют функции входящих линейных комплектов, но и определяют взаимосвязь и порядок работы исходящих регистров и аппаратуры учета стоимости разговора *TT*. Эта аппаратура состоит из 100 определителей моментов соединения. Каждый определитель закреплен за своим входящим комплектом *ЗСЛ* и получает из этого комплекта информацию о времени передачи номера вызываемого и вызывающего абонентов, момента ответа вызываемого абонента и времени разъединения. При поступлении информации по *ЗСЛ* (о междугородном номере вызываемого абонента, категории и номере вызывающего абонента) через комплект *FIR* и ступень регистрового искания *RS* к исходящему регистру *Reg-H/N* из комплекта *FIR* поступает сигнал в соответствующий определитель аппаратуры учета.

Определитель устанавливает соединение между исходящим регистром *Reg-H/N* и регистром аппаратуры *TT* через релейный соединитель *RTT*.

Исходящий и входящий регистры *Reg* управляют соответственно установлением исходящих и входящих (транзитных) соединений. Регистры вместе с дополнительными платами запоминающих

устройств могут фиксировать 16 знаков номерной информации (десять знаков междугородного номера вызываемого абонента *АБСabxxxxx*, информация о приоритетах и др.). После фиксации этой информации к регистру через релейный соединитель *RM* подключается свободный маршрутный маркер *VM*. Маршрутный маркер определяет направление связи, получает информацию о наличии свободных каналов в требуемом направлении от исходящих комплектов *FUR* через блоки *VL*. Последние контролируют наличие свободных каналов в группе каналов, относящихся к определенному направлению и обслуживаемых определенным блоком пробных цепей *TB*.

Блок *TB* находит свободный канал и он передает информацию в маршрутный маркер *VM* номер исходящего блока *GU*, в выход которого включен свободный канал, занимаемый настоящим соединением. Маршрутный маркер *VM* подключает к себе свободный маркер *M* и передает ему информацию о номере входящего блока *GI*, занятого поступившим вызовом, и о номере исходящего блока *GU*, в выходы которого включена найденная свободная линия. Перед установлением соединения маркер *M* с помощью блоков *GGD* определяет, не устанавливает ли какой-нибудь другой маркер соединение в данном блоке *GU*.

Если маркер не находит свободного промежуточного пути между блоками *GI* и *GU*, то блок *TB* определяет следующую свободную линию в нужном направлении и маркер делает вторую попытку установления соединения. После установления соединения маркерное оборудование освобождается для обслуживания следующего вызова.

При транзитном вызове регистр управляет установлением соединения на последующих станциях. Если соединение было оконечным, то регистр передает через комплекты *FIR*, ступени *GI* и *GU*, комплекты *FUR* и соединительную линию цифры абонентского номера в приборы междугородного шнура АТС и после установления соединения освобождается, а соединение удерживается и контролируется входящим комплектом *FIR*.

Учет стоимости разговоров аппаратура *TT* обеспечивает фиксацией на перфокартах всех данных, необходимых для последующих расчетов с абонентами. Информация о стоимости разговоров с отдельных телефонов может быть выведена на специальные перфокарты срочного расчета. Применяется также оборудование учета разговоров с записью на магнитную ленту.

§ 41. АВТОМАТИЧЕСКИЕ МЕЖДУГОРОДНЫЕ ТЕЛЕФОННЫЕ СТАНЦИИ С ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

В последние годы электронная вычислительная техника начинает широко применяться в автоматической телефонной связи. Для этой цели созданы специализированные ЭВМ, которые работают по заданной программе и управляют системами коммутации в АМТС и УАК. Такое управление называется программным.

Основными функциями, которые выполняют АМТС или УАК при установлении соединения, являются: прием информации о требуемом соединении, анализ принятой информации, определение направления связи, нахождение свободных промежуточных путей в коммутационном поле между входом и выходом в требуемом направлении, установление соединения и разъединения при сигнале отбоя. Сохраняя определенную последовательность действий, программное управляющее устройство решает три задачи: прием информации — обнаружение изменения состояний различных устройств путем сканирования (опроса) контрольных точек; обработка информации — выявление характера изменений в данном устройстве и формирование определенной команды; управление соединением — выдача управляющей команды в элементы коммутационного оборудования и комплекты.

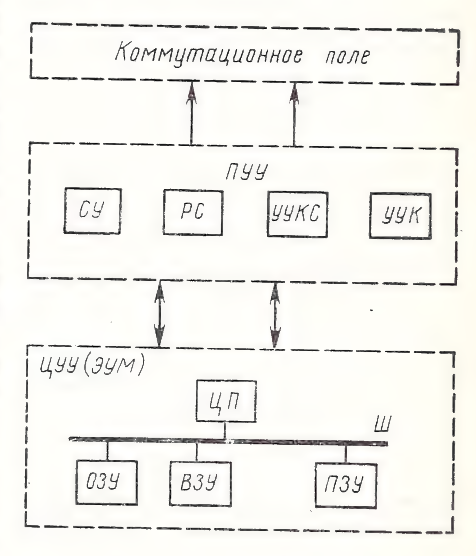


Рис. 65. Структурная схема программного управляющего устройства

На рис. 65 показана структурная схема программного управляющего устройства. Центральное управляющее устройство *ЦУУ* состоит из электронной управляющей вычислительной машины *ЭУМ*. В состав периферийных управляющих устройств *ПУУ* входят сканирующие устройства *СУ*, распределители сигналов *РС*, устройства управления коммутационной системой *УУКС* и устройство управления комплектами *УУК*. Сканирующие устройства принимают информацию об изменениях в различных блоках АМТС и передают информацию об этом в *ЦУУ*. Распределители *РС* по команде *ЦУУ* выдают сигналы в комплекты и устройства управления, а *УУКС* и *УУК* включают и выключают приборы коммутационной системы и комплекты.

ЭУМ состоит из центрального процессора *ЦП*, оперативного запоминающего устройства *ОЗУ* и программного запоминающего устройства *ПЗУ*. Оперативное *ЗУ* предназначено для записи, хранения и считывания информации, необходимой в процессе установления соединений (номер абонента, направление соединения, номера занимаемых комплектов и т. д.). В программном *ЗУ* хранятся программы работы станции, о включенных в нее абонентах, каналах, линиях и др. Связь процессора *ЦП* с *ЗУ* осуществляется по специальным шинам *Ш*.

Программное управление может быть централизованным и децентрализованным. При централизованном программном управлении все функции обработки информации сосредоточены в *ЦУУ*, а *ПУУ* используются как исполнительные элементы. При децентрализованном управлении периферийные устройства строятся на основе микропроцессоров, которым придаются функции сканирования, распределения и предварительной обработки сигналов. Процессор *ЦУУ* координирует все действия *ПУУ*. В связи с тем, что он получает предварительно обработанную информацию, на ее дальнейшую обработку у него уходит значительно меньше времени, что позволяет увеличить производительность системы управления.

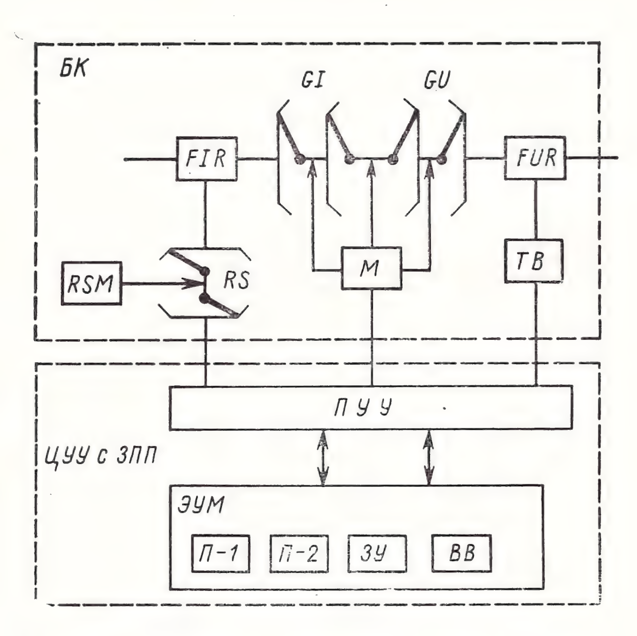


Рис. 66. Упрощенная структурная схема АМТС системы ARE-13

Централизованное программное управление применяется в координатной АМТС типа ARE-13, в квазиэлектронных АМТС типа «Кварц» и «Метаконта 10С», а децентрализованное — в АМТС типа АХЕ-10.

Станция ARE-13. В АМТС типа ARE-13 используется электронное централизованное управляющее устройство *ЦУУ* с записанной программой *ЗПП*, что позволяет увеличить по сравнению с ARM-20 возможности по обслуживанию вызовов, в частности организовать дополнительные формы услуг и увеличить число обходных направлений.

Функциональная схема АМТС типа ARE-13 приведена на рис. 66. Станция состоит из системы коммутации и системы управле-

ния. Система коммутации построена на таких же устройствах, которые применены в ARM-20: двухсотенные коммутационные блоки *GI, GU*, линейные комплекты *FIR, FUR* входящих и исходящих линий с различными системами сигнализации, маркер *M* и пробный блок *TB* для выбора свободной линии и установления соединений, ступень регистрового искания *RS* с маркером *RSM*.

Функции, которые на ARM-20 выполняли регистры, маршрутные маркеры и логические схемы линейных комплектов, на ARE-13 выполняет электронное централизованное управляющее устройство *ЦУУ* с записанной программой *ЗПП*. Оно состоит из электронной управляющей машины *ЭУМ* и электронных периферийных управляющих устройств *ПУУ*. В составе *ЭУМ* имеются процессоры *П*-1 и *П*-2, запоминающие устройства *ЗУ* и устройства ввода-вывода информации *ВВ*. *ПУУ* имеют различные устройства стыковки между координатным коммутационным оборудованием АМТС и электронным блоком управления, а также устройства стыковки между релейными линейными комплектами и релейными маркерами, с одной стороны, и электронным блоком управления — с другой.

Релейные маркеры *М* станции ARE-13 осуществляют логические функции опробования свободного тракта через АМТС и опробования свободного канала в требуемом направлении так же, как это осуществляют маркеры *М* станций ARM-20. Анализ линейных сигналов и сигналов управления, поступающих по входящим и исходящим *ЗСЛ*, *СЛ* от междугородных коммутаторов и каналам, осуществляет процессор *П*-1 *ЦУУ*. Процессор *П*-2 выполняет задачи по технической эксплуатации и обслуживанию оборудования АМТС, управляет устройствами, следящими за состоянием каналов, имеет возможность связи с другими станциями и с центром управления сети.

На станции ARE-13 используется один процессор *П*-2 и несколько процессоров *П*-1 (от 2 до 12). Каждый процессор *П*-1 обрабатывает одновременно до 60 вызовов по принципу разделения времени. Для учета стоимости разговора на станции ARE-13 используется аппаратура учета, аналогичная аппаратуре *TT* станции ARM-20.

Использованаие *ЦУУ* с *ЗПП* типа *ANA*-302 югославской фирмы «Никола Тесла» позволяет произвести реконструкцию станции ARM-20 и превратить ее в станцию ARE-13 без отключения.

Предельная емкость станции — 4000 входящих и 4000 исходящих линий.

Квазиэлектронная АМТС типа «Кварц» (АМТС КЭ). Эта станция предназначена для коммутации каналов и линий при установлении автоматических междугородных и зоновых соединений. В ней предусмотрен также полуавтоматический способ установления соединений с применением коммутаторов бесшнурового типа. Наряду с телефонной связью АМТС КЭ предоставляет возможность телеграфирования со средними скоростями 600 и 1200 Бод, а также факсимильные сообщения. Емкость АМТС КЭ составляет

от 1024×2 до 16384×2 входящих и исходящих линий (поскольку для управления используется двоичная система счисления, емкость определяется 1024, 2048, 4096, 8192, 16 384 линий).

АМТС КЭ может взаимодействовать с любыми другими междугородными станциями и АТС местных телефонных сетей, позволяет подключать заказно-соединительные и соединительные физические линии, а также линии, уплотненные аппаратурой, как с выделенным сигнальным каналом, так и без него.

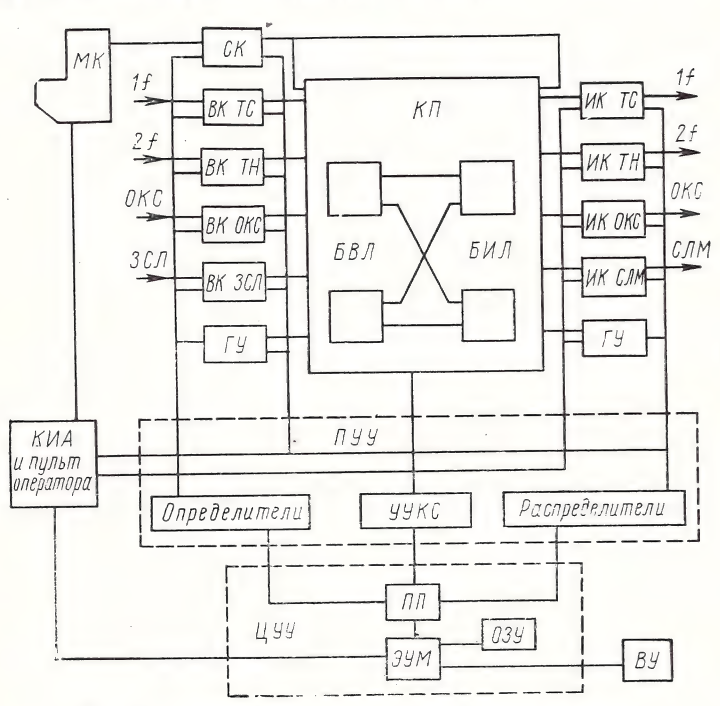


Рис. 67. Структурная схема АМТСКЭ типа «Кварц»

В коммутационной системе квазиэлектронной АМТС используются ферридовые соединители, а в качестве функциональных реле — герконы. При двоичной системе счисления наиболее удобным для построения коммутационной системы является коммутационный элемент, представляющий собой матрицу (коммутатор) на 8 входов и 8 выходов (8×8). Из элементарных матриц строятся двухзначные коммутационные схемы 64×64×64 (64 входа, 64 промежуточные линии, 64 выхода). На станциях средней и большой мощности используются четырехзвенные блоки, образующиеся путем объединения двухзвенных схем.

Структурная схема АМТС КЭ показана на рис. 67. Она состоит из коммутационного поля *КП* с блоками входящих *БВЛ* и исходящих *БИЛ* линий, линейного оборудования (входящие и исходящие комплекты), групповых устройств *ГУ, ЭУМ* с внешними

устройствами *ВУ*, периферийных управляющих устройств *ПУУ*, междугородного коммутатора *МК*, контрольно-испытательной аппаратуры *КИА* и пульта оператора.

Входящие и исходящие комплекты тонального набора *ВК ТН* и *ИК ТН* служат для связи с другими АМТС с помощью двухчастотной системы, *ВК ТС* и *ИК ТС* — для междугородных каналов с одночастотной системой передачи сигналов, *ВК ОКС* и *ИК ОКС* — для линий с общим каналом сигнализации *ОКС*. Групповые устройства обеспечивают выдачу сигналов «Ответ станции», «Контроль посылки вызова», «Ждите», «Неправильно набран номер», «Вызывайте телефонистку» и др.

Электронная управляющая машина *ЭУМ* предназначена для управления установлением соединений в реальном масштабе времени, контроля технического состояния и качества работы АМТС, учета нагрузки и стоимости междугородных разговоров. Для уменьшения загрузки *ЭУМ* и увеличения числа обрабатываемых вызовов в *ЦУУ* введен периферийный процессор *ПП*. Он обрабатывает информацию, которой обмениваются периферийные устройства с *ЭУМ*.

Внешние устройства *ВУ* служат для хранения больших объемов информации, обмена информацией между *ЭУМ* и оператором станции, а также между станциями. К *ВУ* относятся накопители на магнитных лентах, устройства ввода — вывода на перфоленту, пишущая машинка.

В АМТС КЭ применяется импульсно-временнóй способ искания В линейных комплектах, групповых устройствах, коммутационной системе есть точки, потенциал которых находится под постоянным контролем определителей (сканеров). Предусматривается несколько вариантов циклов определения (сканирования), например, 10, 40, 100, 200 мс, что объясняется различной скоростью изменения состояния точек. Точки, потенциал которых изменяется под влиянием сигналов вызова или отбоя, считаются «медленными», они сканируются с большим периодом по сравнению с «быстрыми» точками, потенциал которых изменяется под действием импульсов набора номера. Обо всех изменениях состояния контролируемых точек определители сообщают в *ЦУУ*.

Распределители являются исполнительными устройствами, изменяющими состояние линейных комплектов, групповых устройств или коммутационной системы по командам из *ЭУМ*.

Для управления коммутационной системой служит устройство управления *УУКС*; одно *УУКС* закрепляется за каждым четырехзвенным *БВЛ* или *БИЛ* на 1024 линии.

На АМТС КЭ работают две *ЭУМ*, включенные параллельно. Каждая *ЭУМ* состоит из центрального процессора, оперативного и постоянного запоминающих устройств. При этом одна *ЭУМ* является активной, а другая — пассивной. Активная *ЭУМ* имеет доступ к периферийным устройствам как для приема, так и для передачи информации. Пассивная *ЭУМ* только получает информацию от *ПУУ*. В процессе установления соединений обе ЭУМ выполняют

параллельно одни и те же операции и через определенные промежутки времени сравнивают результаты их выполнения. При выходе из строя какого-либо устройства активной *ЭУМ,* последняя отключается, а обработку вызова продолжает вторая *ЭУМ,* которая становится активной по отношению к *ПУУ*.

Оборудование АМТС КЭ размещается в стативах, которые имеют несколько этажей (полок). Герконовые реле, ферриды, интегральные микросхемы и другие элементы размещаются на платах с печатным монтажом, которые называются типовыми элементами замены *ТЭЗ*. Платы *ТЭЗ* размещаются на этажах вертикально и соединяются со схемой статива контактами.

При возникновении неопределенных ситуаций, когда невозможно определить, какая из *ЭУМ* неисправна, в течение 10 мс (допустимое время, пока не прекращается обслуживание вызовов) обе машины диагностируют друг друга с целью определения повреждения. Место повреждения определяется с точностью до *ТЭЗ*. Информация о повреждениях фиксируется контрольно-испытательной аппаратурой *КИА*.

На АМТС КЭ предусмотрены *КИА* станции и каналов. Контрольно-испытательная аппаратура и пульт оператора размещаются в отдельном помещении. На пульте оператора с помощью телетайпа или дисплея отображается состояние телефонных каналов, линий и устройств АМТС.

Квазиэлектронная АМТС типа «Метаконта 10С» (М 10С). Оборудование этой АМТС поставляется в нашу страну из Югославии, где его изготовляют по лицензии. Систему М 10С можно использовать в качестве междугородных и международных автоматических телефонных станций и узлов автоматической коммутации. Максимальная емкость системы составляет 30 000 входящих и 30 000 исходящих каналов и линий. Емкость станции можно наращивать модулями по 512 каналов (линий).

В качестве коммутационного элемента в системе М 10С используются герконы. Каждая точка коммутации имеет четыре контакта для коммутации разговорного тракта (*a, b, c, d*) и один контакт *h* для коммутации удерживающего провода (рис. 68). На герконовых реле выполняются многократные герконовые соединители *МГС* емкостью 4×4, 4×8, 8×4, 8×8, 8×16, 16×8. Из этих *МГС* строятся трехзвенные входящие и исходящие коммутационные блоки.

Функциональная схема станции М 10С показана на рис. 69. Станция содержит комплекты входящих *ВК* и исходящих *ИК* комплектов каналов и линий, главный *ГЩ* и промежуточный *ПЩ* распределительные щиты переключений, приемники *Пр* и передатчики *Пер* функциональных сигналов, соединительные комплекты *СК* коммутаторов бесшнурового типа $МК_{бш}$, коммутационные блоки для входящих *ВБ* и исходящих *ИБ* линий и каналов, сигнальные коммутационные блоки *СБ* для подключения приемников и передатчиков функциональных сигналов. В периферийные управля-

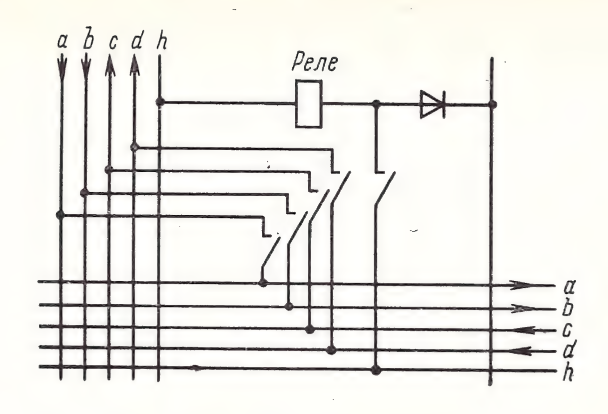


Рис. 68. Схема точки коммутации с использованием геркона

Рис. 69. Структурная схема АМТС типа «Метаконта 10С»

ющие устройства *ПУУ* входят сканеры *С*, маркеры *М*, медленные *МР* и быстрые *БР* распределители.

К станции может быть подключен шнуровой коммутатор $МК_{ш}$.

Центральное управляющее устройство *ЦУУ* состоит из центральных процессоров *ЦП*, каналов прямого доступа к памяти КПД, запоминающих устройств программ *ЗУП* и данных *ЗУД*, внешних устройств *ВУ*. Устройства обмениваются сигналами между собой по общим шинам *Ш*.

В линейных комплектах используются реле и имеются две или три точки сканирования. В зависимости от назначения линейные комплекты выполняют различные функции: обнаруживают линейные сигналы, определяют их временны́е параметры, посылают линейные сигналы, удерживают и освобождают разговорный и сигнальный тракты, включают сигнализацию и др. Группой линейных комплектов управляет маркер и распределители по командам из центрального процессора.

Приемник *Пр* подключается к входящим или двусторонним комплектам через сигнальные коммутационные блоки *СБ*. Он обнаруживает входящие сигналы управления, анализирует их длительность и преобразовывает в вид, удобный для восприятия сканером. Свободный приемник и путь от линейного комплекта к нему выбираются по программе.

Передатчик *Пер* передает информационные сигналы в прямом направлении многочастотным или декадным способом, принимает ответные сигналы. Команды на передачу информационных сигналов передатчик получает из центрального процессора с помощью быстрого распределителя.

Входящие и исходящие коммутационные блоки на станции обслуживаются соответственно входящими и исходящими маркерами *М*. Маркеры включают реле точек коммутации в коммутационных блоках разговорного и сигнального трактов, включают и выключают реле в линейных комплектах. Один маркер обслуживает 512 линейных комплектов. Маркеры работают по сигналам из центрального процессора. Время работы маркеров при установлении одного соединения не превышает 20 мс.

Медленные распределители *МР* управляют работой реле рабочих мест *РМ* коммутаторов. Быстрые распределители *БР* управляют работой реле и триггеров линейных комплектов, передатчиков и приемников.

На станциях М 10С имеется несколько типов сканеров. Сканеры линейных сигналов контролируют сигнальные точки входящих и исходящих линейных комплектов. Сканеры сигналов управления проверяют сигналы в контрольных точках и состояние приемников и передатчиков (свободны они или заняты), принимают сигналы управления, которые передаются в прямом и обратном направлениях. Сканеры промежуточных и линейных комплектов определяют состояние (свободно или занято) каждой промежуточной линии шестизвенной *КС* и трехзвенной *СБ*, входящих и исходящих линей-

ных комплектов. С целью обеспечения надежности каждый сканер дублирован.

В зависимости от емкости АМТС, телефонной нагрузки и системы сигнализации М 10С может содержать от 2 до 6 процессоров. Один процессор может обслуживать 120—150 тыс. вызовов в час. В нормальных условиях нагрузка распределяется приблизительно поровну между процессорами. При отказе одного из процессоров остальные обслуживают всю нагрузку.

К внешним устройствам *ВУ* относятся телетайпы, блоки магнитных лент, высокоскоростные алфавитно-цифровые печатающие устройства *АЦПУ,* модемы передачи данных, перфораторы и считывающие устройства.

Система шин *Ш* обеспечивает передачу адресных и информационных импульсов длительностью 0,8 мкс. Каждая шина представляет собой скрученную пару проводов длиной до 150 м, к которой подключен согласовывающий трансформатор для улучшения работы линии. Система шин полностью дублирована.

АМТС типа АХЕ-10. Эта станция разработана шведской фирмой «Эриксон»; в нашу страну поступает из Югославии, где ее изготовляют по лицензии. Коммутационное поле станции может быть выполнено либо в цифровом варианте для коммутации каналов с импульсно-кодовой модуляцией *ИКМ* с помощью электронных контактов, либо с использованием в качестве коммутационных элементов герконов. В первом случае АМТС называется электронной, во втором — квазиэлектронной.

Максимальная емкость станции — 65 тыс. входящих и исходящих каналов и линий. Емкость наращивается модулями по 512 каналов (линий).

Станция АХЕ-10 управляется по записанной программе с помощью центрального управляющего устройства ЦУУ, которое содержит 1—8 спаренных центральных процессоров. Кроме ЦУУ для управления различными блоками используются периферийные спаренные процессоры, работающие в режиме распределения нагрузки.

Станция АХЕ-10 имеет модульную структуру, ее оборудование делится на функциональные подсистемы, которые состоят из функциональных блоков, а блоки — из функциональных узлов. Такое модульное построение упрощает управление станцией, дает возможность значительно наращивать емкости, расширять функции, приспосабливаться к различным условиям работы.

Станция состоит из коммутационного поля и системы управления. В состав коммутационного поля входят блоки: соединительных линий и сигнализаций (входящий и исходящий комплекты приемники и передатчики линейных сигналов), ступени группового искания, управления нагрузкой, тарификации.

Блоки тарификации определяют стоимость разговоров, ведут автоматическую запись данных о разговорах на магнитную ленту и выписку счетов за разговоры.

Система управления включает подсистемы периферийных процессоров, ввода — вывода и обслуживания оборудования.

Система управления и обслуживания обеспечивает управление соединениями на ступени группового искания, техническое обслуживание оборудования ступени ГИ, линейных комплектов и сигнализаций. Она ведет учет нагрузки, использования каналов и линий, числа отказов, количества заблокированных устройств, устанавливает места повреждений, ведет сбор и хранение статистической информации.

Подсистема периферийных процессоров обеспечивает установление соединений. Количество процессоров зависит от числа линий, включенных в коммутационную систему станции.

Контрольные вопросы

1. Какие основные виды сигналов в сетях телефонной связи и способы их передачи вы знаете?
2. Какие устройства входят в состав аппаратуры полуавтоматической междугородной связи?
3. Какие элементы входят в схему АМТС? Дайте характеристику используемого в АМТС оборудования.
4. Каковы основные характеристики и особенности станции АМТС-1М?
5. Какое оборудование применяется на станции АМТС-2? Расскажите о его назначении.
6. Что вы знаете о последовательности установления соединения на станции АМТС-3?
7. Что представляют собой станции типа «Кварц», ARE-13, AXE-10 и ARM-20?
8. Что входит в состав АМТС с программным управлением?

ГЛАВА VI

ОСНОВЫ МНОГОКАНАЛЬНОЙ СВЯЗИ

§ 42. ДАЛЬНЯЯ СВЯЗЬ. СПОСОБЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ ПЕРЕДАЧИ

Дальней связью называется передача телефонных и других сигналов на большие расстояния. Осуществляется она по каналам связи, соединяющим между собой станции (узлы) связи. Канал связи представляет собой совокупность технических линейных и станционных устройств, по которым можно передавать переменный электрический ток телефонного, телеграфного или другого сигнала.

Телефонный канал организуется по каналу тональной частоты первичной сети Единой автоматизированной сети связи с полосой пропускания от 300 до 3400 Гц. При использовании физической цепи дальность связи ограничивается в основном величиной затухания сигнала. Так как мощность сигнала на выходе микрофона передающего телефонного аппарата составляет примерно 1 мВт, а телефон приемного аппарата обеспечивает удовлетворительную слы-

шимость при уровне мощности 0,001 мВт, то при непосредственном включении телефонных аппаратов в линию уменьшение сигнала должно быть не более чем в 1000 раз. Дальность связи при этом составляет:

по воздушной цепи с медными проводами диаметром 3—4 мм — 300—500 км;

по воздушной цепи со стальными проводами диаметром 4—5 мм — 70—90 км;

по кабельной цепи с медными жилами диаметром 1—1,2 мм — 20—30 км.

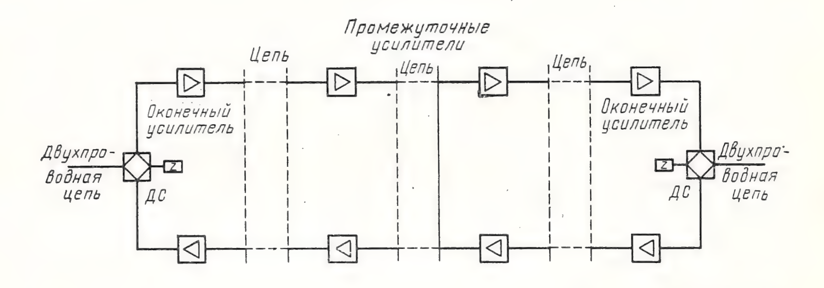


Рис. 70. Структурная схема телефонного канала двустороннего действия однополосной четырехпроводной системы с оконечными усилителями

Чтобы увеличить дальность связи, следует уменьшить затухание, для чего, например, можно использовать провода большего диаметра или включать в цепь через определенные расстояния промежуточные усилители уровня передачи и приема. Телефонные усилители усиливают тональные частоты. Участок цепи, расположенный между двумя соседними промежуточными усилителями, между передатчиком и усилителем или между приемником и усилителем, называется *усилительным участком*. Затухание на каждом усилительном участке компенсируется благодаря наличию соответствующего промежуточного усилителя.

При телефонировании один и тот же телефонный аппарат является то передатчиком, то приемником, поэтому для передачи информации в обоих направлениях необходимо иметь два одинаковых, независимых друг от друга односторонних канала. Так как усилители работают только в одном направлении передачи, то их подключают к телефонной двухпроводной городской цепи с помощью дифференциальной системы *ДС*. Телефонный канал двустороннего действия, который состоит из двух каналов одностороннего действия, приведен на рис. 70. Если сигнал передается в разных направлениях по двум различным двухпроводным физическим цепям, то такой телефонный канал называется каналом *однополосной четырехпроводной системы*. «Однополосный» означает, что передача в обоих направлениях осуществляется токами в одной и той же полосе частот.

Двусторонний телефонный канал можно организовать и с использованием одной двухпроводной физической цепи. Для этого необходимо в каждом усилительном пункте установить две дифференциальные системы и два усилителя, называемые двусторонними (рис. 71). Такой канал называется каналом *однополосной двухпроводной системы.* Дифференциальные системы подавляют токи обратной связи в двусторонних усилителях благодаря равенству сопротивлений балансных контуров и входных сопротивлений соответствующих участков цепи. Однако полного подавления токов обратной связи достичь не удается, и часть их переходит от одного участка цепи к другому, усиливаясь благодаря усилителям. В результате, если суммарный ток обратной связи станет достаточно

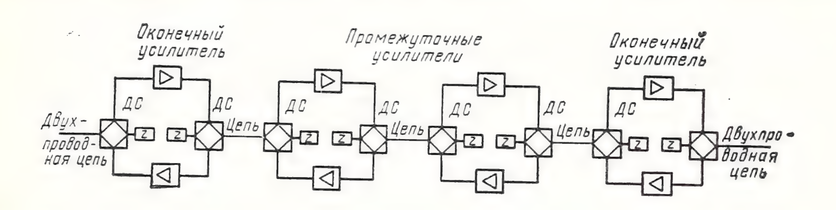


Рис. 71. Структурная схема телефонного канала двустороннего действия однополосной двухпроводной системы с двусторонними усилителями

большим, создадутся условия самовозбуждения какого-либо двустороннего усилителя. Для предотвращения этого явления число последовательно включенных в цепь двусторонних усилителей не должно превышать пяти-шести, что ограничивает дальность связи. Поэтому для организации связи на больших расстояниях применяют четырехпроводный канал, поскольку у него только одна цепь обратной связи (через дифсистемы оконечных усилителей) независимо от количества промежуточных усилителей, включенных в канал. Недостатком четырехпроводного канала является необходимость использования для его организации четырех проводов вместо двух.

§ 43. МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ

Для рационального использования воздушных и особенно дорогостоящих кабельных линий связи на каждой двухпроводной паре организуется большое количество действующих одновременно и независимо друг от друга каналов связи. Для этой цели применяется аппаратура высокочастотных систем передачи, которые называются *многоканальными системами передачи информации.*

Впервые многоканальные системы начали применяться в линиях связи, соединяющих города, отстоящие далеко друг от друга, поэтому их стали называть *линиями дальней связи.*

Кабельная линия связи может состоять из нескольких симметричных или коаксиальных пар, воздушная — из нескольких цепей, подвешенных на одной столбовой линии.

При осуществлении многоканальной связи необходимо определить способ передачи в линию сигналов, относящихся к различным сообщениям, передаваемым одновременно, и разделения их на приемном конце.

В соответствии со способом передачи и разделения сигналов различают три основных метода передачи: уравновешенного моста, частотный и временной.

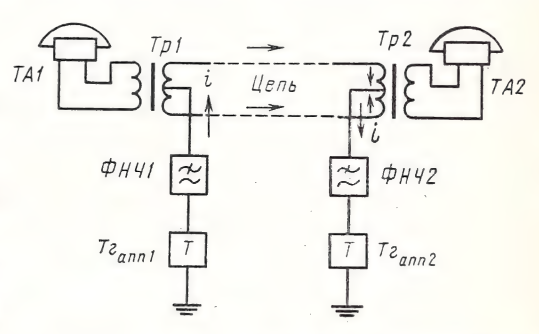


Рис. 72. Схема телеграфной искусственной цепи

Метод уравновешенного моста дает возможность создать искусственные или фантомные (т. е. на самом деле не существующие) цепи. Обычно искусственные цепи организуются с помощью трансформаторов со средним выводом в линейных обмотках, т. е. обмотках, подключаемых к линии (цепи) связи. По одной двухпроводной цепи можно получить искусственную цепь для организации по ней телеграфной связи (рис. 72). Токи от телеграфных аппаратов $Tг_{апп}$, включенных в искусственную цепь, не будут влиять на основную цепь, в которую включены телефонные аппараты *ТА*, при условии, если линейные полуобмотки трансформаторов строго симметричны и сопротивления проводов цепи одинаковы. В этом случае токи, проходящие в линейных полуобмотках трансформаторов и проводах цепи, окажутся равны по величине. В станционных обмотках трансформаторов, в которые включены телефонные аппараты, будут наводиться эдс, равные по величине и противоположные по направлению, т. е. их сумма будет равна нулю. Следовательно, в телефонных аппаратах телеграфные сигналы не должны прослушиваться. Однако из-за асимметрии проводов цепи равенство токов в полуобмотках трансформаторов нарушается и телеграфные сигналы прослушиваются. В этом случае последовательно с телеграфными аппаратами включаются фильтры нижних частот, которые не пропускают в линию влияющие на телефонный разговор телеграфные сигналы, частота которых превышает 100—150 Гц.

Токи телефонного разговора также не будут влиять на искусственную телеграфную цепь, которая включена в диагональ уравновешенного моста, образованного линейными полуобмотками трансформаторов.

При наличии двух двухпроводных цепей может быть организована дополнительная фантомная цепь телефонной связи. При

этом линейная обмотка трансформатора искусственной цепи включается в средние точки линейных обмоток трансформаторов первой и второй основных цепей. В результате появляется возможность по двум цепям осуществить три телефонные передачи. Этот способ передачи применяется на кабельных линиях связи.

Для получения максимальной эффективности использования линейных сооружений применяют частотное (для каждого сообщения отводится определенная полоса частот) и временно́е (сигналы различаются по времени их передачи) разделение. Современные системы передачи позволяют создать на одной воздушной цепи до 15, а на кабельных — десятки, сотни и даже тысячи телефонных каналов.

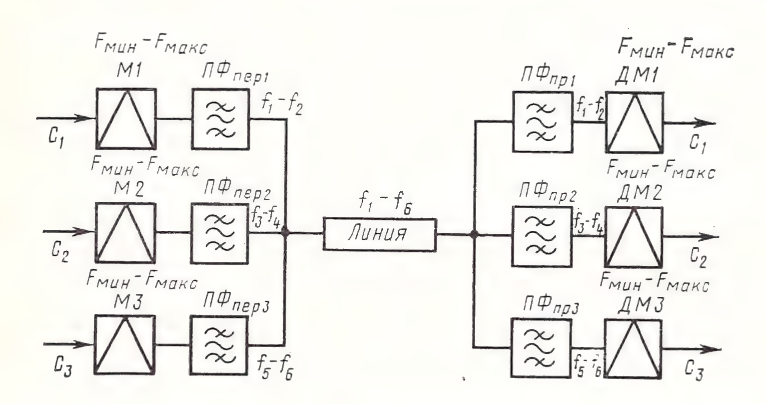


Рис. 73. Построение аппаратуры с частотным разделением сигналов для одновременной передачи сообщений

Чтобы однородные исходные электрические сигналы, например телефонные сообщения, различать по частоте или времени, на передающей станции их подвергают специальному преобразованию, т. е. *модуляции*. Разделительное устройство приемной станции распределяет по соответствующим приемным устройствам преобразованные, различные по частоте или времени электрические сигналы. Процесс обратного преобразования на приемной станции различающихся по частоте или времени электрических сигналов в однородные, соответствующие исходным электрическим сигналам сообщения, называется *демодуляцией*.

На рис. 73 показана аппаратура с частотным разделением сигналов, позволяющая одновременно передавать по линии три сообщения. Передающее устройство содержит три комплекта модуляторов *М*, преобразовывающих три одинаковых спектра частот исходных сигналов C_1—C_3 с частотами $F_{мин}$—$F_{макс}$ в три различные по спектру полосы частот f_1—f_2, f_3—f_4 и f_5—f_6. С выхода каждого модулятора токи с частотами f_1—f_2, f_3—f_4 и f_5—f_6 проходят через полосовые фильтры $ПФ_{пер}$, имеющие соответствующие

полосы пропускания, в линию, по которой передаются на приемное устройство.

В приемном устройстве имеется три комплекта полосовых фильтров $ПФ_{пр}$ с такими же полосами пропускания, как и соответствующие полосовые фильтры передающего устройства. Эти фильтры служат разделительным устройством и пропускают на каждый демодулятор $ДМ$ приемного устройства только те пришедшие из линии токи, для которых он предназначен. Демодуляторы преобразуют спектры пришедшего по линии сигнала в исходный спектр $F_{мин} — F_{макс}$.

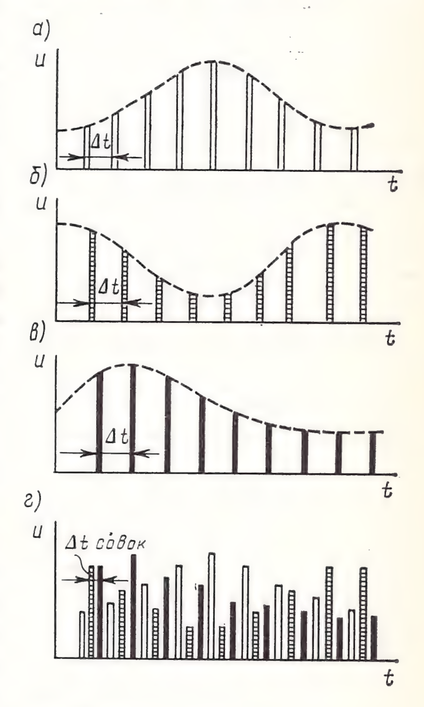


Рис. 74. Последовательность импульсов трех сигналов отдельных сообщений и их совокупность в линии:

а — 1-й сигнал, *б* — 2-й сигнал, *в* — 3-й сигнал, *г* — совокупность сигналов

Передача телефонных сигналов в полосе частот $f_1—f_2$, $f_3—f_4$ или $f_5—f_6$ называется *высокочастотным телефонированием* в отличие от тонального телефонирования, осуществляемого в полосе частот 300—3400 Гц.

При временно́м методе разделения сигналов сообщения передаются поочередно, т. е. последовательно во времени. Для этой цели в передающее и приемное устройства многоканальной системы включены специальные переключающие устройства, которые периодически на короткий промежуток времени подключают линию связи одновременно к передающему и приемному аппаратам каждого канала. На рис. 74 показаны последовательность трех сигналов отдельных сообщений и их совокупность в линии. В определенный момент времени по линии передается сигнал только одного сообщения. Сигналы каждого сообщения передаются один раз за период времени Δt. Следовательно, в приемные устройства вместо непрерывных сигналов сообщения будут поступать сигналы, соответствующие последовательности импульсов каждого сообщения. Кривая каждой последовательности с непрерывным сигналом соответствующего сообщения, т. е. амплитуда каждого импульса, будет совпадать с имеющейся в данный момент амплитудой непрерывного сигнала. Для того чтобы приемный аппарат мог восстановить исходный непрерывный сигнал, который подавался от связанного с ним передающего аппарата, необходима достаточно большая частота следования импульсов.

Советский ученый В. А. Котельников показал, что непрерывный сигнал может быть почти точно восстановлен по последовательности принятых импульсов, если промежуток времени между ними Δt удовлетворяет условию

$$\Delta t \leqslant 1/2\ F_{\text{макс}},$$

где $F_{\text{макс}}$ — максимальная частота передаваемого спектра сигнала.

Частота следования импульсов $f_{\text{след}} \geqslant 2F_{\text{макс}}$.

Поскольку непрерывный телефонный сигнал имеет спектр частот, ограниченный полосой 300—3400 Гц, частоту следования импульсов выбирают несколько большей, равной примерно 8000—10 000 Гц. Если многоканальная система состоит из N временных каналов, то в промежутке времени Δt должны передаваться импульсы всех N каналов. В этом случае импульсы совокупности сигналов (рис. 74) будут разделены интервалом в $\Delta t_{\text{совок}}$, меньшим Δt в N раз. При этом длительность каждого импульса должна быть меньше $\Delta t_{\text{совок}}$.

§ 44. ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ И КАНАЛОВ СВЯЗИ

Электрический сигнал любого вида информации представляет собой изменяющуюся во времени электрическую величину (ток, напряжение и т. д.) и может быть выражен некоторой функцией времени. Например, сигнал телефонного сообщения имеет непрерывный во времени характер, так как он соответствует изменению звукового давления у мембраны микрофона при передаче речи. Телеграфный же сигнал имеет дискретный (т. е. прерывистый во времени) характер, так как он соответствует замыканию и размыканию контактов передающего телеграфного аппарата.

Иногда сигнал можно рассматривать как периодическую функцию времени. К таким сигналам относится, к примеру, длительная передача точек кодом Морзе или передача одной и той же буквы в телеграфном сообщении.

Как известно, любую периодическую функцию можно разложить на гармонический ряд, т. е. представить в виде постоянной составляющей и суммы синусоидальных колебаний (гармоник) определенных амплитуд с фазами и частотами, кратными основной частоте периодической функции. Отсюда следует, что периодический сигнал можно рассматривать как совокупность синусоидальных колебаний — гармонических составляющих, каждая из которых имеет определенную амплитуду. Совокупность синусоидальных колебаний — гармонических составляющих называется *спектром сигнала*.

На рис. 75 показана форма электрического сигнала и его гармонических составляющих при длительной передаче точек кодом Морзе. Из рисунка видно, что форма сигнала будет достаточно точно соответствовать исходному, если передавать постоянную составляющую, первую, третью и пятую гармоники $(0+1+3+5)$.

Четные гармоники (вторая, четвертая) в этом сигнале отсутствуют. Допустим, точки кода Морзе следуют с частотой 25 Гц (период следования равен 0,04 с, что соответствует скорости передачи 50 Бод). При этом ширина спектра такого сигнала при передаче пяти гармонических составляющих будет находиться в пределах от 0 до 125 Гц.

Следует отметить, что ширина спектра зависит от вида передаваемых сигналов. Если прямоугольные импульсы заменить треугольными, то ширина спектра уменьшится почти вдвое.

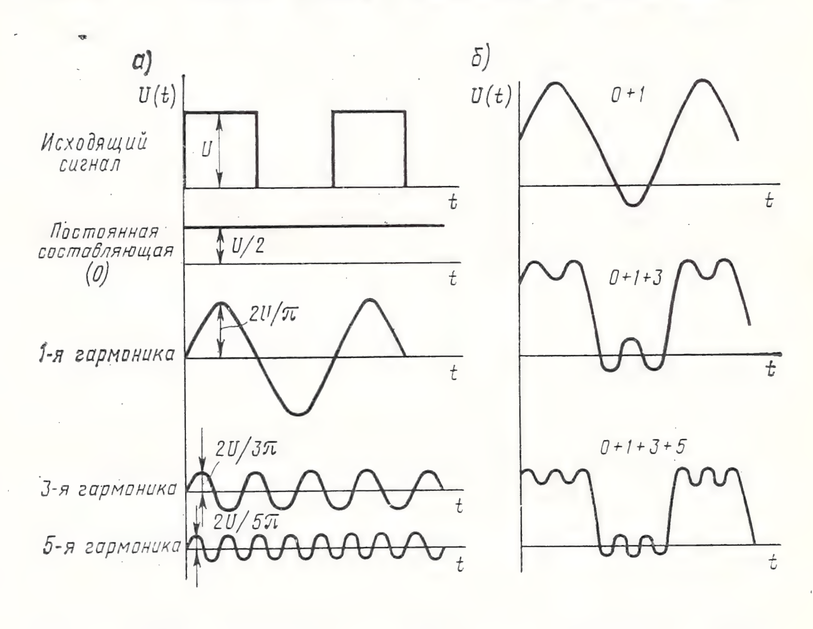


Рис. 75. Форма электрического сигнала и его гармонические составляющие (*а*), варианты сложения постоянной составляющей с гармониками (*б*)

Непериодический сигнал также может быть представлен в виде суммы гармонических составляющих, однако их частоты будут отличаться друг от друга на бесконечно малые величины. Такой спектр называют сплошным в отличие от спектра периодического сигнала, который называется линейным (дискретным).

Линия связи пропускает сигналы определенной частоты, т. е. ограниченную полосу частот. Полоса частот канала связи ограничивается входящими в него устройствами (фильтрами, усилителями и другими элементами). Для передачи сигнала связи без искажений необходимо, чтобы ширина спектра сигнала была не больше полосы частот канала, или, как говорят, «согласована» с ней. Таким образом, *ширина спектра частот сигнала* является очень важным параметром при передаче различных электрических сигналов по каналам связи.

Вторым параметром любого электрического сигнала является его *динамический диапазон,* т. е. отношение наибольшей мгновенной мощности сигнала к его наименьшей мощности. Обычно динамический диапазон сигнала определяется в логарифмических единицах как разность его максимального и минимального уровней мощности. Канал связи также имеет вполне определенный динамический диапазон, который определяется как разность между максимальнс возможным и минимально допустимым уровнями мощности в канале. Максимально возможный уровень в канале ограничивается максимальной неискаженной мощностью лампы или транзисторов усилителей и других узлов аппаратуры. Чем больше уровень сигнала, тем (при неизменной величине неискаженной мощности, пропускаемой транзисторами или лампами усилителя) больше мощность создаваемых им нелинейных искажений. Кроме того, чем выше уровень сигнала в канале, тем больше создаваемое сигналом электромагнитное поле и, следовательно, тем больше его влияние на сигналы в каналах параллельных цепей.

Минимально допустимый уровень сигнала в канале ограничивается имеющимся уровнем помех, так как в канале всегда должна выдерживаться определенная разность между допустимым уровнем сигнала и уровнем помехи. Для обеспечения нормальной передачи сигнала по каналу его динамический диапазон не должен превышать динамического диапазона канала связи.

Третьим параметром сигнала является его *длительность,* т. е. время, на которое занимается канал для передачи сигнала. Следует иметь в виду, что при этом длительность и ширина спектра частот взаимозависимы, т. е. уменьшение длительности сигнала вызывает расширение спектра его частот при условии передачи того же количества гармоник и наоборот.

Для объективной оценки качества связи необходимо знать, как изменяется мощность передаваемых сигналов в процессе передачи. В связи с этим введено понятие об уровне передачи, характеризующем собой мощность в рассматриваемой точке цепи.

Уровень передачи P, дБ, численно равен логарифму отношения мощности сигнала $P_с$, мВт, действующей в данной точке цепи, к мощности сигнала $P_0=1$ мВт, принятой за эталонную, и может быть представлен выражением

$$P=10\lg\frac{P_с}{P_0}.$$

При $P_с=1$ мВт уровень передачи равен нулю, так как $\lg 1=0$, т. е. нулевой уровень сигнала соответствует мощности 1 мВт.

При $P_с>1$ мВт уровень передачи будет величиной положительной, при $P_с<1$ мВт — отрицательной (логарифмы чисел, меньших единицы, имеют отрицательный знак).

Если $U_с$ — напряжение сигнала, а U_0 — нулевой уровень, то уровень передачи

$$P=20\lg\frac{U_с}{U_0}.$$

В аппаратуре связи входное сопротивление отдельных приборов и узлов (фильтров, усилителей, ограничителей и т. п.) обычно равно 600 Ом. При таком сопротивлении нагрузки нулевому уровню передачи (т. е. $P_0=1$ мВт) соответствует ток $I_0=1{,}29$ мА и напряжение $U_0=0{,}775$ В. Эти значения можно найти из соотношения

$$P=I_0^2=\frac{U_0^2}{R},$$

где $R=600$ Ом, $P_0=0{,}001$ Вт.

В условиях эксплуатации при измерениях уровня передачи проще определить не мощность P_c, а напряжение U_c. При этом пользуются электронными вольтметрами со шкалой, отградуированной не в вольтах, а непосредственно в децибелах. Указатели уровня, как правило, имеют два входа: высокоомный — для подключения прибора параллельно нагрузке, низкоомный с сопротивлением 600 или 135 Ом — для подключения прибора в конце цепи, для которой он будет одновременно являться и нагрузкой.

Уровни передачи, измеряемые по отношению к P_0 или U_0, называются *абсолютными*. Вместо абсолютных уровней иногда бывает удобнее пользоваться *относительными уровнями,* которые показывают, насколько абсолютный уровень в данной точке цепи выше или ниже абсолютного уровня в какой-либо другой ее точке.

В технике высокочастотного телефонирования встречается еще понятие *измерительного уровня,* которым называют абсолютный уровень мощности или напряжения, рекомендованный для измерения трактов данной системы (аппаратуры) связи.

Так как в цепи дальней связи обычно включено несколько усилителей с различным усилением и несколько участков цепи с различным затуханием, существует понятие остаточного затухания — разности между суммами всех действующих в цепи затуханий и усилений. Если сумма усилений превышает сумму затуханий, то вместо остаточного затухания говорят об остаточном усилении. Остаточное затухание телефонных цепей для различных частот неодинаково, потому что токи различных частот претерпевают неодинаковое затухание в процессе своего распространения по телефонным цепям. В связи с этим затухания, уровни и т. п. измеряют на средней частоте телефонного канала, равной 800 Гц.

Контрольные вопросы

1. От чего зависит дальность телефонной связи при работе по физическим сетям кабельной или воздушной линии?
2. В чем преимущества и недостатки одно- и двухполосных систем передачи по двух- и четырехпроводным каналам связи?
3. Какие способы осуществления многоканальной передачи по линиям связи вы знаете?
4. В каких единицах измеряется уровень передачи в дальней связи?
5. Что такое полоса спектра частот канала и каково ее значение для телефонного канала?

ГЛАВА VII

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ АППАРАТУРЫ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ТЕЛЕФОНИРОВАНИЯ

§ 45. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

При телефонной передаче один и тот же телефонный аппарат является поочередно то передатчиком, то приемником. Поскольку усилители увеличивают токи только в одном направлении, при передаче телефонных сигналов должен применяться канал дальней связи двустороннего действия.

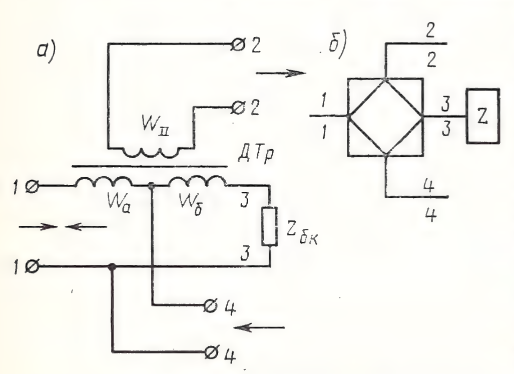


Рис. 76. Схема трансформаторной дифференциальной системы (*а*) и ее условное изображение (*б*)

Двусторонний канал передачи можно организовать с помощью двух односторонних каналов при условии, что по каждому из этих каналов передача будет осуществляться только в одном направлении. В связи с тем что на городской телефонной сети телефонные сигналы передаются в обоих направлениях по одной и той же двухпроводной цепи, в местах ее подключения к двустороннему телефонному каналу, организованному из двух цепей, необходимо установить соответствующее разделительное устройство. В качестве разделительных устройств используются дифференциальные системы. На рис. 76 приведена схема трансформаторной дифференциальной системы и ее условное изображение. Схема состоит из дифференциального трансформатора *ДТр* и балансного контура $Z_{бк}$. Входящий односторонний (от передатчика другого абонента) междугородный канал включается в средние точки *4—4* трансформатора *ДТр,* а исходящий односторонний (к абоненту) междугородный канал — в его вторичную обмотку *2—2*. Двухпроводная городская цепь подключается к входным зажимам *1—1* первичной обмотки *ДТр*; к его зажимам *3—3* подключается балансный контур, сопротивление которого равно входному сопротивлению городской цепи. В этом случае разговорные токи, пришедшие по входящему каналу, разветвляясь в средней точке трансформатора *ДТр,* будут создавать в его первичных полуобмотках $W_а$ и $W_б$ равные, но противоположно направленные токи. Результирующее магнитное поле в сердечнике трансформатора будет равно нулю, в его вторичной обмотке W_{II} не будет наводиться электродвижущей силы, а значит, ток в цепи будет равен нулю. Исходящий разговорный ток абонента

пройдет от зажимов *1—1* последовательно через обмотки $W_а$ и $W_б$, в связи с чем в обмотке W_{II} трансформатора возникнет эдс и через зажимы *2—2* пройдет разговорный ток в линию. Условием правильной работы дифсистемы является примерное равенство сопротивлений балансного контура и линии, подключенной к зажимам *1—1,* а также симметричность обмоток $W_а$ и $W_б$ по отношению к обмотке W_{II} (одинаковое количество витков и специальное расположение на сердечнике). В противном случае часть тока с зажимов *4—4* поступит на зажимы *2—2* и возникнет обратная связь между входом и выходом системы. При наличии такой связи усилители, которые включаются в междугородные каналы, будут работать неустойчиво и связь будет нарушена.

§ 46. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФИЛЬТРЫ

Электрическими фильтрами называются устройства, которые пропускают токи одних частот и задерживают (подавляют) токи других. В многоканальной аппаратуре применяют фильтры (рис. 77) нижних частот ФНЧ; верхних частот ФВЧ; полосовые ПФ, пропускающие полосу частот; режекторные РФ, задерживающие полосу частот. В зависимости от назначения фильтры делятся на фильтры для одного канала, групповые (на группу каналов), линейные, направляющие и вспомогательные. Линейные фильтры предназначены для разделения частотных полос двух систем передачи (например, 3- и 12-канальной), работающих по одной цепи. Направляющие фильтры разделяют токи линейных частот двух различных направлений передачи. Направляющие и линейные фильтры представляют собой комплект из двух параллельно соединенных по входу (или по выходу) фильтров ФНЧ и ФВЧ. Вспомогательные фильтры выделяют контрольно-измерительные частоты несущих частот.

В зависимости от используемых элементов различают фильтры, составленные из катушек индуктивности и конденсаторов *LC,* пьезоэлектрические, магнитострикционные и электромеханические.

Известно, что с увеличением частоты сопротивление индуктивности увеличивается, а емкости — уменьшается. Поэтому, если в продольные плечи четырехполюсника включить две катушки индуктивности *L,* а в поперечное плечо конденсатор *C,* то получится простейший Т-образный фильтр нижних частот. Такой фильтр пропускает с небольшим затуханием токи с частотами от 0 до f_1, кГц, так как сопротивление индуктивностей для них мало, а сопротивление конденсатора велико. Для токов с частотой выше f_1 сопротивление индуктивности становится очень большим, а сопротивление емкости снижается, поэтому фильтр пропускает их с большим затуханием. Иногда ФНЧ называют дроссельными фильтрами и на схемах обозначают буквой *Д.* Цифра, стоящая рядом с буквой, указывает частоту тока в килогерцах. Так, Д-3,4 означает, что фильтр пропускает токи с частотами от 0 до 3,4 кГц.

Если в продольные плечи четырехполюсника включить два конденсатора, а в поперечное плечо — катушку индуктивности, то получим Т-образный фильтр верхних частот. Такой фильтр пропускает с небольшим затуханием токи с частотами от f_1 до ∞, но вызывает большое затухание для токов с частотами от 0 до f_1. Иногда ФВЧ называют конденсаторными фильтрами и на схемах обозначают буквой K. Цифра, стоящая рядом с буквой, указывает частоту тока в килогерцах. Например, $K=3{,}4$ означает, что фильтр пропускает токи с частотами от 3,4 кГц до ∞.

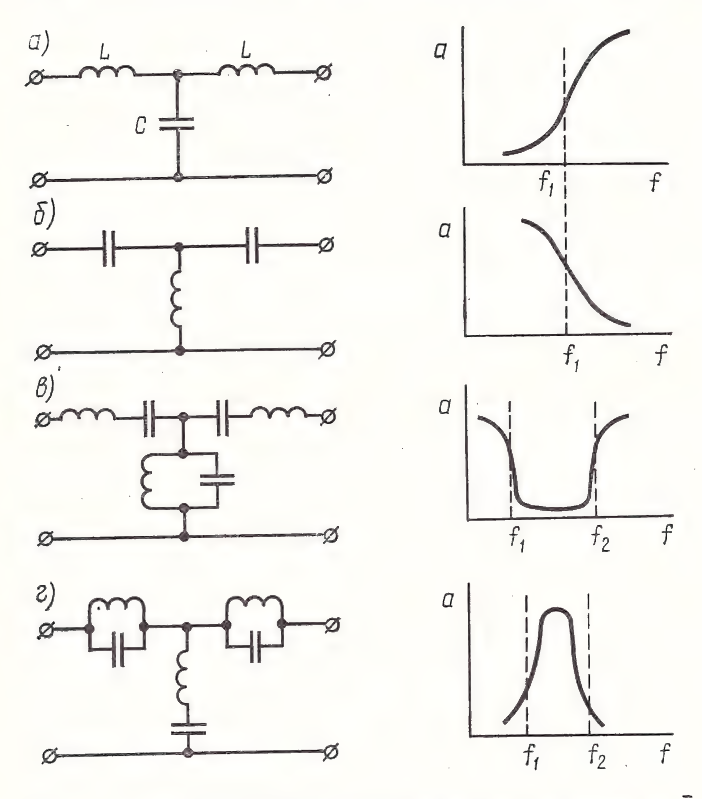


Рис. 77. Схемы электрических фильтров и их частотные зависимости затуханий:

а — фильтр нижних частот, *б* — фильтр верхних частот, *в* — полосовой фильтр, *г* — режекторный фильтр

Иногда входы или выходы фильтров ФНЧ и ФВЧ соединяют параллельно. В этом случае на схемах их обозначают буквами ДК. Например, ДК-33 означает, что ФНЧ имеет область пропускания до 33 кГц, а ФВЧ — свыше 33 кГц.

При последовательном соединении емкости и индуктивности сопротивление контура на частоте $\omega_р = 1\sqrt{LC}$ будет минимальным. С увеличением или уменьшением этой частоты сопротивление

контура резко увеличивается. При параллельном соединении емкости и индуктивности сопротивление контура на частоте $\omega_р$ будет максимальным. С увеличением или уменьшением этой частоты сопротивление контура резко уменьшается. Частота $\omega_р$ называется *резонансной,* поскольку в последовательном контуре на этой частоте будет резонанс напряжений (напряжение на зажимах контура минимальное), а в параллельном — резонанс токов (через контур пройдет минимальный ток).

Если в продольные плечи четырехполюсника включить последовательные резонансные контуры, а в поперечное плечо — параллельный резонансный контур, то можно получить Т-образный полосовой фильтр ПФ, пропускающий токи с частотами от f_1 до f_2 и вносящий большое затухание для токов с частотами от 0 до f_1 и от f_2 до ∞.

Если в продольные плечи четырехполюсника включить параллельные резонансные контуры, а в поперечное плечо — последовательный резонансный контур, то получим простейший Т-образный режекторный фильтр РФ, пропускающий токи с частотами от 0 до f_1 и от f_1 до ∞ и вносящий большое затухание для токов с частотами от f_1 до f_2.

Для увеличения затухания в полосе задерживания последовательно соединяют несколько одинаковых фильтров.

Рассмотренные выше простейшие LC фильтры имеют малую крутизну нарастания затухания, т. е. большую область перехода от малого затухания к большому, и значительную неравномерность затухания в полосе пропускания. В связи с тем что во многих случаях требуется бо́льшая крутизна нарастания затухания фильтра, применяются более сложные фильтры: пьезоэлектрические, магнитострикционные и электромеханические. В пьезоэлектрических фильтрах используются кварцевые резонаторы, в магнитострикционных — ферритовые, а в электромеханических — металлические стержни.

§ 47. ВЫРАВНИВАЮЩИЕ КОНТУРЫ

Выравнивающие (корректирующие) контуры ВК, или выравниватели, применяются для компенсации амплитудно-частотных искажений, создаваемых линией или различными четырехполюсниками (фильтрами, трансформаторами), входящими в состав аппаратуры. Причиной амплитудно-частотных искажений является затухание линии или других устройств в зависимости от частоты.

Если ВК используется для компенсации амплитудно-частотных искажений, вносимых участком линии, то он включается либо на входе усилителя, либо в цепи его обратной связи.

При включении ВК в конце усилительного участка линии затухание контура подбирается так, чтобы суммарное затухание линии $a_л$ и контура $a_{вк}$ в требуемой полосе частот $f_н$—$f_в$ было постоянным, а усилитель его полностью компенсировал.

В качестве выравнивающих контуров для корректирования амплитудно-частотной характеристики применяются различные четырехполюсники, построенные по Т-образной или Г-образной схеме. Рассмотрим выравнивающий контур, построенный по Т-образной схеме и предназначенный для корректирования искажений, вносимых участком воздушной линии. Так как линия вносит для токов низких частот малое затухание, а для токов высоких частот большое затухание, выравнивающий контур должен иметь обратную частотную зависимость затухания. Для получения такой характеристики в продольное плечо выравнивающего контура включается контур *C1L1* резонанса напряжений, а в поперечное плечо — контур *C2L2* резонанса токов. На низких частотах сопротивление продольного контура большое, а поперечного — малое, т. е. затухание выравнивающего контура будет большим. С увеличением частоты сопротивление продольного контура будет постепенно уменьшаться, а поперечного контура — увеличиваться, т. е. затухание ВК будет уменьшаться и станет минимальным на резонансной частоте, которая располагается на верхней граничной частоте корректируемой полосы частот. Если одно звено ВК не обеспечивает требуемой частотной зависимости затухания, то включают последовательно несколько таких звеньев.

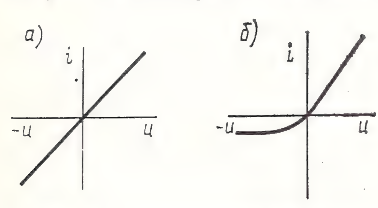


Рис. 78. Вольт-амперная характеристика цепи:
а — линейной, *б* — нелинейной

§ 48. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ

В аппаратуре многоканальных систем с частотным разделением каналов токи исходных сигналов преобразуются по частоте. Этот процесс называется модуляцией, а обратное преобразование — демодуляцией. Устройства, в которых осуществляется модуляция и демодуляция, называются соответственно модуляторами и демодуляторами. Так как схемы и принцип действия этих устройств подобны, то обычно их называют преобразователями частоты.

В схемах преобразователей основной частью является нелинейный элемент — полупроводниковый диод или транзистор.

Зависимость между напряжением u и током i в электрической цепи называется *вольт-амперной характеристикой* (рис. 78). Если сопротивление цепи не зависит от величины приложенного напряжения, т. е. вольт-амперная характеристика будет прямолинейной, то ток в цепи будет изменяться прямо пропорционально приложенному напряжению. Такие электрические цепи называются *линейными*. Для линейной электрической цепи закон Ома выражается формулой $U=IR$ или $I=U/R$.

Электрическая цепь, вольт-амперная характеристика которой непрямолинейна, называется нелинейной, а элементы, создающие

нелинейность цепи, — *нелинейными*. В нелинейной цепи ток изменяется не прямо пропорционально приложенному напряжению. Кроме полупроводниковых диодов и транзисторов нелинейными элементами являются также электронные лампы, дроссели, трансформаторы с ферромагнитными сердечниками и др.

Если в нелинейную цепь подать токи с частотами ω и Ω, то на резисторе *R* появятся токи с частотами, ω, Ω, 2ω и 2Ω, а также токи суммарных и разностных частот, так называемых комбинационных продуктов преобразования (ω+Ω) и (ω—Ω). На этом принципе основано действие модулятора, в котором преобразуемый сигнал имеет частоту Ω. Этот сигнал подают на нелинейный элемент, через который одновременно проходит ток частотой ω. На выходе преобразователя токи будут иметь частоту ω (несущая частота), ω+Ω (верхняя боковая частота) и ω—Ω (нижняя боковая частота). Частота ω называется несущей потому, что с ее помощью информационный сигнал с частотой Ω переносится в область частот ω±Ω, т. е. осуществляется

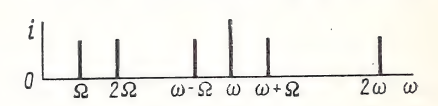


Рис. 79. Расположение частот составляющих токов на выходе модулятора

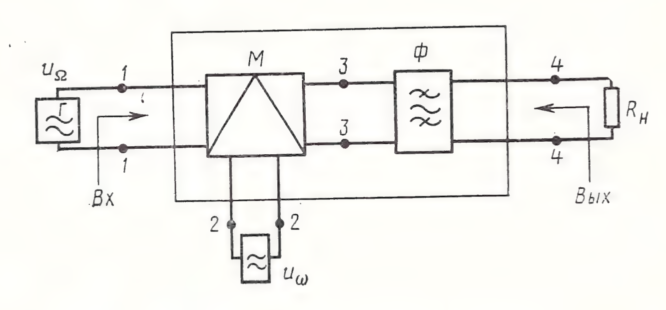


Рис. 80. Схема преобразователя частоты

преобразование частоты информационного сигнала. На рис. 79 показано расположение частот тока на выходе модулятора.

В реальных условиях информационный сигнал является многочастотным, т. е. содержит не одну частоту Ω, а составляющие с частотами от Ω_1 до Ω_2. Поэтому на выходе преобразователя появляются не боковые частоты, а боковые полосы частот: верхняя $\omega+(\Omega_2-\Omega_1)$ и нижняя $\omega-(\Omega_2-\Omega_1)$.

Преобразователь частоты состоит из модулятора *М* и фильтра *Ф* (рис. 80). На вход преобразователя (зажимы *1—1*) подается преобразуемый сигнал звуковой частоты u_Ω, а на выходе (зажимы *4—4*) должна быть только полезная частота или полоса частот. Но так как одновременно в схему модулятора поступает сигнал несущей частоты u_ω, на выходе модулятора (зажимы

3—3) преобразованный сигнал будет содержать целый ряд частот и в том числе верхнюю ($\omega+\Omega$) и нижнюю ($\omega-\Omega$) боковые частоты полезного сигнала. Все остальные частоты являются паразитными и должны задерживаться фильтром *Ф*.

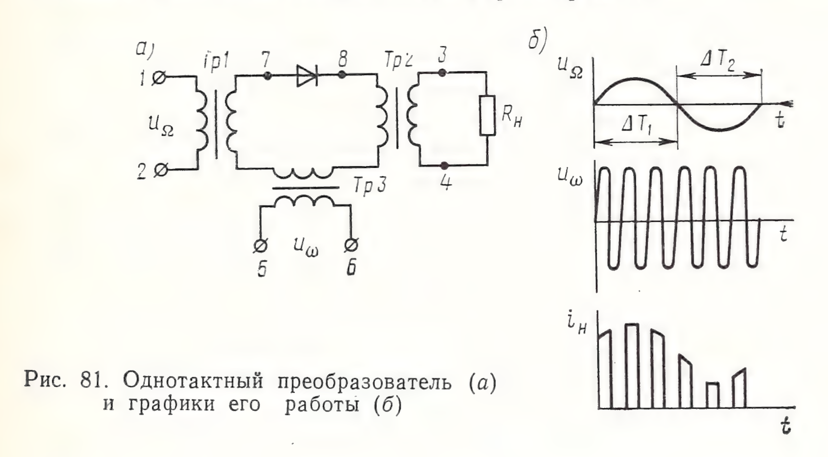


Рис. 81. Однотактный преобразователь (*а*) и графики его работы (*б*)

На рис. 81, *а* приведена схема простейшего модулятора с одним нелинейным элементом — диодом *Д*. Необходимым условием работы схемы является неравенство $u_\omega \gg u_\Omega$. Предположим, что при положительных полуволнах напряжения несущей частоты к зажиму *7* диода будет подаваться положительный потенциал, а к зажиму *8* — отрицательный. В этом случае диод *Д* открывается, его сопротивление становится малым (примерно 50—200 Ом) и через сопротивление нагрузки $R_н$ будет проходить ток $i_н$. При отрицательных полуволнах напряжения несущей частоты u_ω диод закрывается, его сопротивление становится очень большим (сотни килоом) и ток на выходе схемы будет близок к нулю. На рис. 81, *б* показаны графики работы схемы. В период времени ΔT_1 положительная полуволна напряжения сигнала и положительные полуволны напряжения несущей частоты будут совпадать по фазе, т. е. воздействующее на диод напряжение равно их сумме. В этом случае амплитуды импульсов тока увеличиваются. На отрезке времени ΔT_2 отрицательная полуволна напряжения сигнала и положительные полуволны напряжения несущей частоты будут находиться в противофазе, т. е. на диод воздействует напряжение, равное их разности. В этом случае амплитуды импульсов тока уменьшаются. Таким образом, амплитуды импульсов тока в нагрузке $R_н$ будут зависеть от амплитуды напряжения сигнала u_Ω, а их длительность будет соответствовать

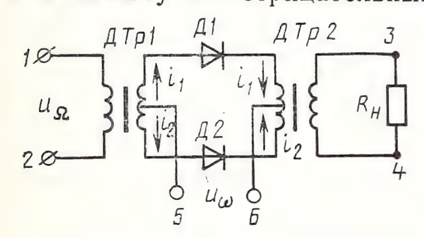


Рис. 82. Схема последовательно-балансного преобразователя

длительности положительных полупериодов напряжения несущей частоты. Такой модулятор называется амплитудным.

На рис. 82 показана схема последовательно-балансного преобразователя. Напряжение несущей частоты подается в средние точки дифференциальных трансформаторов *ДТр1* и *ДТр2*. При одинаковом числе витков в полуобмотках трансформаторов и равных сопротивлениях диодов *Д1* и *Д2* образуется схема уравновешенного моста. При положительных полуволнах напряжения несущей частоты и отсутствии сигнала на входе преобразователя

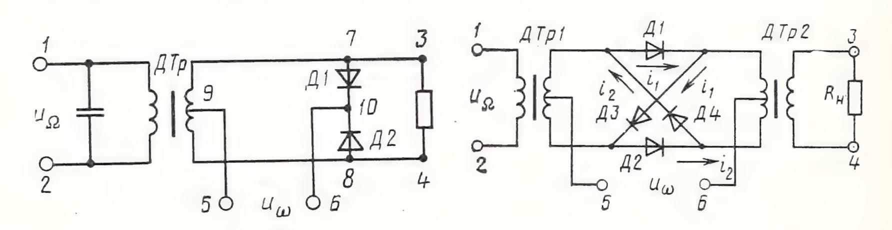


Рис. 83. Схема параллельно-балансного преобразователя

Рис. 84. Схема двойного балансного преобразователя

диоды *Д1* и *Д2* открываются и возникают токи i_1 и i_2. При полной уравновешенности схемы ток i_1 равен току i_2, а их суммарный магнитный поток, а значит, и эдс во вторичной обмотке *ДТр2* будут равны нулю. На выходе балансной схемы (на сопротивлении $R_н$) ни токов несущей частоты ω, ни ее гармоник 2ω, 3ω и т. д. не будет. Ток в нагрузке возникает только при подаче на вход модулятора сигнала u_Ω.

В параллельно-балансном модуляторе (рис. 83) так же, как и в балансной схеме, в нагрузке $R_н$ не будет составляющих несущей частоты ω и ее гармоник. При положительных полуволнах напряжения несущей частоты диоды открываются и шунтируют сопротивление нагрузки $R_н$, т. е. тока в $R_н$ не будет. При отрицательных полуволнах напряжения несущей частоты диоды закрываются и в $R_н$ появятся импульсы тока. Такого типа схемы применяются в аппаратуре многоканальных систем в индивидуальных (для одного канала) преобразователях.

На рис. 84 показана схема двойного балансного (кольцевого) модулятора, в которой диоды Д1, *Д2, Д3* и *Д4* соединены последовательно (по кольцу). При положительных полуволнах напряжения несущей частоты диоды *Д1* и *Д2* открыты, а диоды *Д3* и *Д4* — закрыты, т. е. схема будет эквивалентна схеме, приведенной на рис. 82. При отрицательных полуволнах напряжения несущей частоты диоды *Д3* и *Д4* открываются, а диоды *Д1* и *Д2* закрываются, т. е. при этом схема также будет эквивалентна схеме балансного преобразователя. Таким образом, кольцевой преобразователь как бы содержит две балансные схемы, поэтому его называют *двойным балансным преобразователем*. Кольцевой

преобразователь создает меньшие потери мощности, чем все другие преобразователи, и количество паразитных продуктов на его выходе минимально.

Преобразователи, собранные на диодах, называют *пассивными.* Они вносят потери мощности в тракт передачи сигнала за счет потерь в трансформаторах и диодах. В балансных и однотактных преобразователях также имеются потери мощности за счет того, что ток проходит только при одном из двух полупериодов напряжения несущей частоты. Потери мощности при преобразовании сигнала оцениваются рабочим затуханием преобразователя

$$a = 10 \lg \frac{P_\Omega}{P_{\omega \pm \Omega}},$$

где P_Ω — мощность, которую отдает источник сигнала на согласованную с ним нагрузку; $P_{\omega \pm \Omega}$ — мощность полезной боковой частоты $\omega + \Omega$ или $\omega - \Omega$, фактически выделяемая на сопротивлении нагрузки преобразователя.

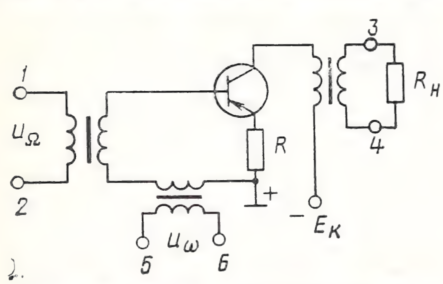


Рис. 85. Схема однотактного транзисторного преобразователя

Для уменьшения затухания преобразователей в них вместо диодов в качестве нелинейных элементов используются активные элементы — транзисторы.

Преимуществом транзисторного преобразователя является то, что за счет использования энергии источников питания он вносит в тракт передачи сигнала некоторое усиление. На рис. 85 показана схема активного однотактного транзисторного преобразователя. Как и в пассивных преобразователях, в них должны выполняться условия $u_\omega \gg u_\Omega$; $\omega > \Omega$.

При рассмотрении работы схем активных преобразователей частоты предположим, что при положительных полуволнах напряжений несущей частоты на эмиттер будут подаваться положительные потенциалы, на базу — отрицательные, а при отрицательных полуволнах — наоборот. В первом случае в цепи эмиттер — база будет возникать ток, во втором — нет. Изменение тока эмиттера будет вызывать изменение тока коллектора. Поэтому при положительных полуволнах напряжения несущей частоты в коллекторной цепи, а следовательно, и в нагрузке $R_н$ будет возникать коллекторный ток, а при отрицательных полуволнах напряжения несущей частоты он будет близким к нулю. На выходе преобразователя будут зафиксированы амплитудно-модулированные колебания аналогично колебаниям на выходе пассивного однотактного преобразователя. Следовательно, спектр частотных составляющих тока на выходе обоих преобразователей будет одинаковым.

На рис. 86 приведена схема активного балансного транзисторного преобразователя. Для четкой работы схемы необходима ее балансировка, т. е. параметры транзисторов *T1* и *T2* и число витков полуобмоток дифференциальных трансформаторов *ДТр1* и *ДТр2* должны быть одинаковы, а токи в коллекторных цепях $i_{к1}$ и $i_{к2}$ равны. Последнее условие достигается подбором резисторов *R*. В этом случае ток несущей частоты и его гармоник 2ω, 3ω и т. д. на выходе преобразователя будет равен нулю.

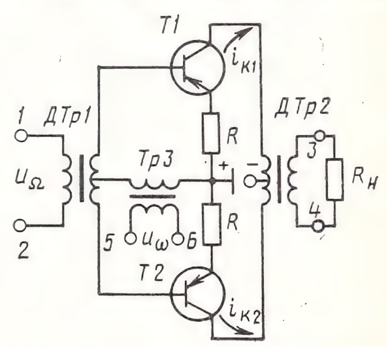


Рис. 86. Схема активного балансного транзисторного преобразователя

При положительных полуволнах напряжения сигнала u_{Ω} и напряжения несущей частоты u_{ω} в верхней ветви схемы эти напряжения будут совпадать по фазе и суммироваться, а в нижней — находиться в противофазе и вычитаться. При отрицательной полуволне напряжения сигнала и положительных полуволнах напряжения несущей частоты в верхней ветви эти напряжения будут находиться в противофазе и вычитаться, а в нижней — совпадать по фазе и суммироваться. Поэтому в нагрузке $R_н$ будут импульсы тока, такие же, как и в пассивном балансном преобразователе.

К недостаткам транзисторных преобразователей следует отнести трудность подбора транзисторов с одинаковыми параметрами, а также необходимость наличия источников питания.

§ 49. ОГРАНИЧИТЕЛИ УРОВНЯ

Полупроводниковые диоды как нелинейные элементы применяются также в ограничителях амплитуд, которые ограничивают в требуемых пределах амплитуды токов на входе модуляторов (или других элементов аппаратуры) и предотвращают их перегрузки. Во время телефонного разговора напряжение на выходе микрофона непрерывно изменяется и часто достигает большой величины. Поступая в схему модулятора, фильтра или усилителя, пиковые напряжения создают режим перегрузки, вызывая нелинейные искажения. Перегрузки особенно опасны в групповой части аппаратуры, где появление нелинейных искажений вызывает возникновение комбинационных колебаний, совпадающих с полосой частот того или иного канала.

Действие ограничителей амплитуд проявляется при повышении уровня передачи сверх определенного значения, называемого *порогом ограничения*. Если порог ограничения не превышается, то ограничитель амплитуды никакого влияния на качество передачи не оказывает. Идеальная характеристика ограничителя ам-

плитуды, т. е. зависимость уровня мощности на выходе ограничителя от уровня мощности на его входе, показана на рис. 87. Характеристики практически применяющихся ограничителей не имеют столь резкого перелома, как это изображено в точке *а*, кроме того, участки *0—а* и *а—б* обычно не являются вполне прямолинейными.

На рис. 88 представлена схема цепи, состоящей из двух параллельно включенных «навстречу» диодов, к каждому из которых подключена батарея. При малых значениях подводимого извне напряжения данная цепь представляет собой весьма большое сопротивление, но по мере увеличения амплитуды этого напряжения сопротивление ее резко уменьшается.

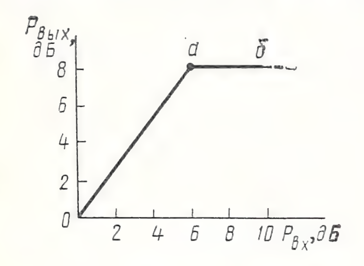


Рис. 87. Идеальная характеристика ограничителя амплитуд

Рис. 88. Цепь, состоящая из двух параллельно включенных «навстречу» диодов

В случае последовательного соединения «навстречу» включенных диодов, к каждому из которых приложено постоянное положительное смещающее напряжение, сопротивление цепи будет изменяться так, что при малых подводимых извне напряжениях эта цепь имеет очень малое сопротивление, а при больших напряжениях, наоборот, сопротивление ее резко возрастает.

Ограничитель амплитуд, построенный на основе такого соединения диодов, применяется в аппаратуре высокочастотного телефонирования В-12-2.

§ 50. ГЕНЕРАТОРЫ ЧАСТОТ В АППАРАТУРЕ ДАЛЬНЕЙ СВЯЗИ

Генераторное оборудование является неотъемлемой частью любой многоканальной аппаратуры. В его состав входят: задающие генераторы, делители частоты, нелинейные системы и узкополосные фильтры, выделяющие необходимые частоты.

Основным назначением генераторных устройств является создание токов несущих частот, необходимых для образования каналов при их частотном разделении. Кроме того, генераторы используются для получения токов контрольных частот, управляющих устройствами автоматической регулировки усиления.

К основным требованиям, предъявляемым к генераторам дальней связи, следует отнести постоянство их амплитуды и частоты. Недостаточная стабильность частоты генераторов может привести

к расхождению несущих частот передатчика и приемника, в результате чего появятся искажения. Для генераторов токов несущих частот особенно важно постоянство их выходной мощности, изменение которой влечет за собой сбои в работе устройства автоматической регулировки уровня.

Если в генераторе возникают незатухающие колебания синусоидальной формы, то генератор называется *гармоническим*. Генератор, в котором колебания возникают самостоятельно, без подачи дополнительных импульсов или гармоник, называется *автогенератором* или *генератором самовозбуждения*.

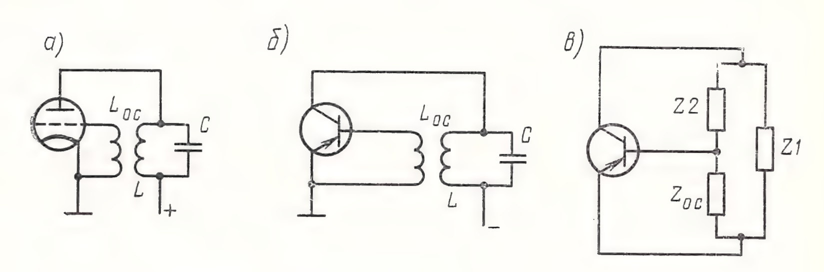


Рис. 89. Упрощенные схемы автогенераторов с колебательным контуром и трансформаторной обратной связью лампового (*а*), транзисторного (*б*); условная схема автогенератора (*в*)

Для существования незатухающих колебаний схема генератора большей частью содержит колебательный — резонансный контур, в котором возникают свободные колебания с резонансной частотой $\omega_р = 1/\sqrt{LC}$, а также устройства, компенсирующие потери в контуре, т. е. устройства питания.

Простейшие схемы автогенераторов с колебательным контуром и элементом, преобразующим постоянный ток в переменный (лампой или транзистором), показаны на рис. 89, *а, б, в*. Генератор представляет собой усилитель с контуром $L—C$ из катушки индуктивности и конденсатора в анодной или коллекторной цепи и катушки обратной связи $L_{ос}$. При соблюдении определенных условий в усилителе с обратной связью (связь выхода со входом усилителя) может возникнуть генерация, т. е. генератор может стать источником колебаний с частотой, определяемой параметрами схемы. Такими условиями являются условие амплитуд и условие фаз.

Условие амплитуд определяет переменное напряжение, подаваемое с выхода усилителя (с контура $L—C$) на его вход (сеточную или базовую цепь) с помощью катушки $L_{ос}$. Это напряжение должно быть больше затухания в цепи обратной связи. *Условие фаз* означает, что сдвиг по фазе напряжения обратной связи должен быть равен нулю или кратен 2π. При этом в схеме имеет место положительная обратная связь. Схемы, приведенные на рис. 89, называются *схемами с обратной трансформаторной связью*.

Обратная связь может быть также индуктивной (автотрансформаторной) или емкостной. Все эти схемы часто называют трехточечными, так как активный элемент в них (лампа или транзистор) подсоединяется к пассивному (контуру) в трех точках. Модуль коэффициента передачи β цепи обратной связи выражается формулой

$$\beta = Z_{oc}/(Z2 + Z_{oc}) = Z_{oc}/Z1.$$

Фаза коэффициента передачи по цепи обратной связи определяется в основном тем, одинаковые или разные сопротивления Z_{oc} и $Z1$. В частности, при индуктивной связи, например, фаза зависит от направления включения катушки обратной связи по отношению к катушке контура.

Для самовозбуждения генератора необходимо выполнить следующие три условия: 1) сопротивления Z_{oc} и $Z2$ должны иметь разные знаки (различный характер — емкостный и индуктивный); 2) сопротивление $Z2$ должно быть по абсолютной величине больше сопротивления Z_{oc}; 3) сопротивления Z_{oc} и $Z1$ должны иметь одинаковые знаки. Выполнение первых двух требований обеспечивает существование баланса фаз, а выполнение второго и третьего требований — образование колебательного контура LC в схеме генератора.

Как было сказано выше, несоответствие частоты колебаний генератора на приемном конце частоте на передающем конце при частном разделении вызывает искажения в телефонном канале. Например, расхождение частот более чем на 10 Гц вызывает заметное ухудшение разборчивости речи; при передаче дискретной информации расхождение не должно превышать 1—2 Гц. Генераторы несущих частот должны иметь также высокую стабильность выходной мощности, при которой обеспечивается нормальная работа преобразователей частоты. В настоящее время принято, что колебание выходной мощности несущих частот не должно превышать ±0,17 дБ.

Для обеспечения высокой стабильности частоты в аппаратуре многоканальных систем передачи все индивидуальные (для каждого канала) и групповые частоты получают от одного задающего генератора.

Частота колебаний генератора с колебательным контуром и трансформаторной обратной связью (рис. 89) определяется выражением

$$\omega = (1/\sqrt{LC})\sqrt{1 + R/R_i},$$

где L, C, R — параметры контура, причем R — его активное сопротивление; R_i — внутреннее сопротивление генератора (лампы или транзистора).

В активное сопротивление R входит не только сопротивление контура (катушки индуктивности), но и сопротивление нагрузки, которое в результате определенного расчета может быть учтено в схеме контура (пересчитанное сопротивление нагрузки). Изме-

нение температуры окружающей среды влияет на емкость, индуктивность и активное сопротивление элементов колебательного контура, из-за чего изменяется частота колебаний генератора. Изменение питающих напряжений, старение и замена ламп или транзисторов приводят к изменению параметров последних и, следовательно, тоже вызывают отклонение частоты колебаний генератора от заданной величины. К тому же изменение величины сопротивления нагрузки сказывается на изменении активного сопротивления контура и вызывает отклонения частоты колебаний генератора. Наконец, механические вибрации и изменение влажности воздуха могут изменять емкость и индуктивность колебательного контура (включая паразитные емкости монтажа и междувитковые емкости катушки) и тем самым частоту колебаний генератора.

Таким образом, частота колебаний генератора зависит от ряда факторов, а для того, чтобы она была постоянной, необходимо принимать специальные меры. К ним относятся:

размещение элементов колебательного контура в термостате, в котором поддерживается постоянная температура;

стабилизация напряжений питающих источников;

подключение нагрузки к генератору через специальные буферные каскады.

Для достижения требуемого постоянства частоты колебаний генератора применяются дополнительно кварцевая и параметрическая стабилизация, а также принудительная синхронизация частоты колебаний генератора (явление захватывания).

Кварцевая стабилизация основана на использовании в качестве колебательного контура кварцевого резонатора, обладающего очень высокой добротностью (и соответственно малым активным сопротивлением), при которой уменьшается влияние внутреннего сопротивления транзистора или лампы на генерируемую частоту. Добротность показывает, во сколько раз напряжение на колебательном контуре при резонансе больше вызвавшей его эдс. Кварцевая пластинка может быть представлена в виде электрического контура, состоящего из последовательно соединенных конденсатора $C_{кв}$, катушки индуктивности $L_{кв}$ и резистора $R_{кв}$, параллельно которым подключен конденсатор емкостью, равной собственной емкости кварцевой пластинки C_0 (рис. 90). Индуктивность $L_{кв}$ равна нескольким генри, а емкости $C_{кв}$ и C_0 очень малы. Кварцевый резонатор имеет две резонансные частоты (напряжений и токов), которые зависят от геометрических размеров пластинки. При частотах, близких к резонансной, добротность кварцевого резонатора на несколько порядков превышает добротность обычных контуров $L—C$. Кварцевый резонатор используется в качестве колебательного контура в автогенераторах или включается последовательно в цепь его положительной обратной связи.

Современные генераторы с кварцевой стабилизацией обеспечивают величину относительной нестабильности частоты порядка

10^{-6}—10^{-8}, т. е. отклонение от номинальной генерируемой частоты составляет одну миллионную или стомиллионную долю.

В ламповых генераторах помимо кварцевой стабилизации применяется параметрическая стабилизация: последовательно с колебательным контуром в цепь анода и сетки включаются большие активные сопротивления. Это уменьшает относительное изменение внутренних сопротивлений лампы и, следовательно, их влияние на частоту колебаний генератора.

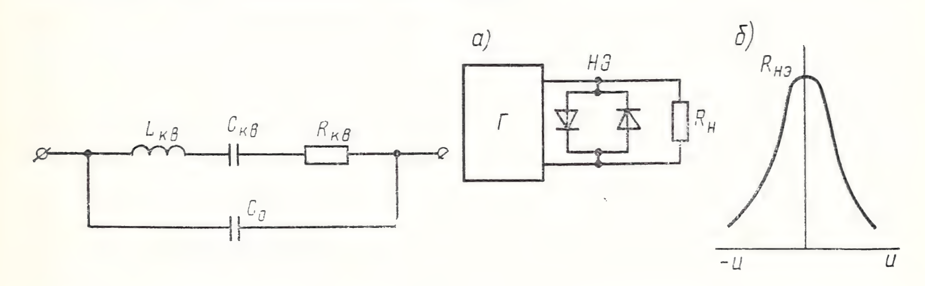


Рис. 90. Эквивалентная схема кварцевого резонатора

Рис. 91 Стабилизация выходной мощности генератора с помощью нелинейного элемента НЭ:

а — схема включения, *б* — характеристика сопротивления

Рассмотрим некоторые методы стабилизации мощности, отдаваемой генератором в нагрузку. Простейшим методом стабилизации выходного напряжения генератора является подключение на его выходе параллельно нагрузке нелинейного элемента *НЭ* (рис. 91, *а*). Если характеристика нелинейного элемента соответствует приведенной на рис. 91, *б*, то при возрастании амплитуды выходного напряжения генератора сопротивление нелинейного элемента будет падать, а при уменьшении амплитуды выходного напряжения — возрастать. Следовательно, выходная мощность генератора будет оставаться постоянной. Такие же результаты дает включение на выходе генератора (перед нагрузкой) специального буферного усилителя.

Недостатком рассмотренных методов стабилизации выходной мощности является большое число дополнительных гармоник, создаваемых за счет включения нелинейных устройств.

Наибольший эффект достигается от включения в цепь обратной связи генератора специального терморезистора, стабилизирующего его выходную мощность. При изменении выходного напряжения изменяется сопротивление терморезистора (так как изменяется проходящий через него ток) и, следовательно, напряжение обратной связи, что приводит выходное напряжение и выходную мощность генератора к нормальным значениям.

В устройствах стабилизации частоты иногда применяется *принудительная синхронизация* (т. е. обеспечение равенства частоты и фазы) одного генератора другим с использованием *явления*

захватывания. Сущность этого явления заключается в следующем. Если в цепь самовозбуждения генератора ввести постороннюю электродвижущую силу с частотой, близкой или кратной частоте собственных колебаний генератора, то при определенных соотношениях между амплитудами вводимой электродвижущей силы и тока собственных колебаний генератора частота колебаний не будет зависеть от параметров генератора и становится равной или кратной частоте вводимой электродвижущей силы. Это явление имеет место в определенной полосе частот, называемой *полосой захватывания.*

Метод принудительной синхронизации захватыванием применяется в аппаратуре дальней связи вместо кварцевой стабилизации задающего генератора. Например, задающий генератор одной станции стабилизирован кварцевым резонатором и его частота посылается на другую станцию, где синхронизируется захватыванием местный задающий генератор, который не имеет кварцевой стабилизации. При этом обеспечивается полное совпадение и высокая стабильность частоты задающих генераторов обеих станций. В качестве синхронизирующей (захватывающей) частоты обычно используется одна из контрольных частот, посылаемых с передающей станции для управления устройствами автоматической регулировки уровня (АРУ). Контрольные частоты являются гармониками частоты задающих генераторов, так что в этом случае захватывание задающего генератора приемной станции осуществляется не на основной частоте, а на ее соответствующей гармонике.

Недостатком метода принудительной синхронизации захватыванием является то, что при случайном пропадании захватывающей внешней электродвижущей силы в генераторе хотя и восстанавливаются собственные колебания, но частота их весьма нестабильна, так как колебательный контур генератора, работающего в режиме принудительной синхронизации, имеет низкую добротность. При этом нарушается нормальная работа аппаратуры дальней связи.

§ 51. УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОЙ РЕГУЛИРОВКИ УРОВНЯ

Параметры воздушных и кабельных линий не являются постоянными. В зависимости от метеорологических условий (инея, гололеда, высокой температуры, влажности) изменяется сопротивление проводов воздушных линий и проводимость изоляции, что приводит к изменению затухания цепей. На кабельных цепях необходимо учитывать сезонные изменения температуры грунта. Правда, изменения затухания на кабелях носят более медленный характер, чем на воздушных линиях.

На цепях связи большой протяженности изменения затухания, суммируясь от различных усилительных участков, могут достигать весьма больших величин. Увеличение затухания цепи приводит к увеличению затухания в канале. При снижении затухания

повышаются уровни передачи и возникает перегрузка усилителей. То же самое наблюдается в случае изменения напряжения питания усилителей (изменяется усиление промежуточных и оконечных пунктов).

Для устранения этих явлений принимается ряд мер. Прежде всего стабилизируются напряжения электропитания аппаратуры. Постоянство усиления обеспечивается применением отрицательной обратной связи, а для компенсации изменения затухания и амплитудно-частотной характеристики воздушной или кабельной цепи усилители аппаратуры промежуточных и оконечных станций снабжаются *устройствами автоматической регулировки уровня.*

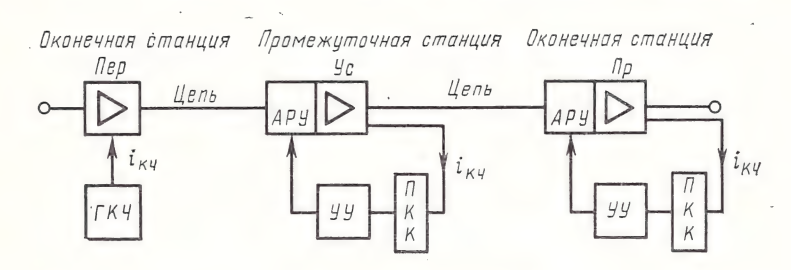


Рис. 92. Функциональная схема включения автоматического регулятора уровня АРУ

Современные устройства АРУ можно классифицировать следующим образом:

1) по принципу действия регулятора — электромеханической, электротермической, электротермомеханической, магнитоэлектрической и электрической систем;

2) по типу построения регулятора — с одним или двумя управляемыми резисторами (терморезистором с косвенным или прямым подогревом), в виде переменного выравнивателя с переключаемыми звеньями;

3) по принципу контролируемого параметра — прямого и косвенного действия;

4) по принципу регулирования — непрерывного или дискретного действия.

Устройства АРУ прямого действия проверяют изменение затухания цепи с помощью специальных контрольных токов, постоянно передаваемых по тракту передачи. Устройства АРУ косвенного действия контролируют изменение температуры грунта, отражающееся на затухании (грунтовая АРУ), или следят за током дистанционного питания, который изменяется при изменении активного сопротивления цепи.

Использовать для проверки затухания передаваемые по каналам токи сигналов (например, телефонного разговора) невозможно, так как они непрерывно изменяются и появляются только во время передачи. Поэтому в аппаратуре дальней связи органи-

зуют специальные контрольные каналы, расположенные по краям рабочей полосы частот или в промежутках между каналами.

Схема включения регулятора приведена на рис. 92. По контрольным каналам с каждого направления передачи от специальных генераторов контрольной частоты *ГКЧ* посылаются токи контрольных частот $I_{кч}$. Уровень токов, посылаемых с передающей станции *Пер,* должен быть строго постоянным. Ток контрольной частоты, пройдя по воздушной или кабельной цепи, изменяет свое значение и на промежуточной станции выделяется приемником контрольного канала *ПКК*. Далее с помощью этого тока управляющее устройство *УУ* изменяет затухание устройства АРУ в ту или другую сторону.

На промежуточных и оконечных станциях контролируется также уровень передачи и автоматическая подача оптического или звукового сигнала при больших его изменениях. Уровень контролируется с помощью индикаторов уровня (на схеме не показаны), включаемых через узкополосный фильтр контрольной частоты, усилитель и выпрямитель к усилителю. Индикатор уровня снабжается релейной схемой, служащей для сигнализации при изменении уровня передачи.

Устройства АРУ прямого действия. Усиление сигнала можно изменять включением регуляторов на входе усилительного элемента или в цепи отрицательной обратной связи. В первом случае усиление элемента остается постоянным, а усилителя в целом изменяется в зависимости от затухания регулятора уровня. Во втором случае усиление изменяется за счет изменения величины обратной связи, которая также зависит от затухания регулятора, включенного в эту цепь.

Усиление на входе усилительного элемента, включенного в схему АРУ, всегда максимально и равно сумме затуханий участка цепи и регулятора, т. е. регулятор как бы удлиняет участок цепи до постоянной величины, снижая уровень полезного сигнала. Данная схема применяется главным образом на воздушных линиях, где собственными шумами усилителя практически можно пренебречь. Кроме того, возможность регулирования усиления в широких пределах очень важна для цепей воздушных линий, где изменение затухания весьма велико.

Регулировка усиления с включением регулятора в цепь обратной связи используется в относительно узких пределах и применяется на кабельных линиях, где затухание невелико.

В аппаратуре многоканальной связи возможны следующие виды регулировок уровня сигнала (рис. 93):

плоская — усиление S изменяется одинаково для всех частот передаваемой полосы $S+\Delta S$ или $S-\Delta S$;

наклонная — изменяется наклон частотной характеристики усилителя;

криволинейная — изменяется выпуклость частотной характеристики усилителя.

В многоканальных системах передачи по воздушным линиям применяют два вида регулировок: плоскую и наклонную. При этом для управления регуляторами с оконечной станции в линию передаются два различных тока контрольной частоты.

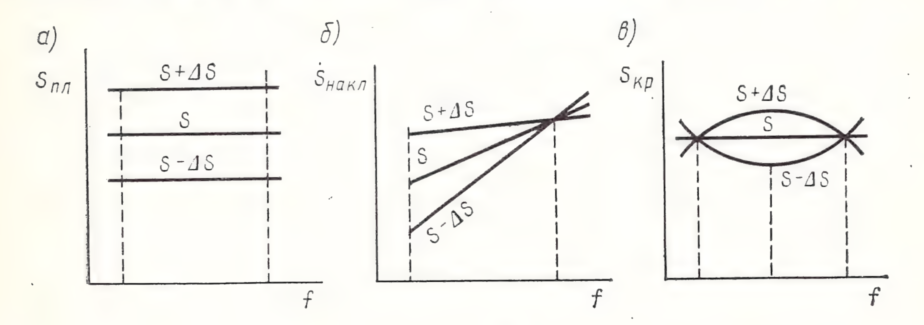


Рис. 93. Виды автоматической регулировки уровня:
а — плоская, *б* — наклонная, *в* — криволинейная

В системах передачи по симметричному кабелю применяют три вида регулировки, для чего в линию передаются токи трех контрольных частот. Выпуклость характеристики затухания относительно крайних частот сильнее проявляется в середине полосы, поэтому именно здесь используют криволинейную регулировку.

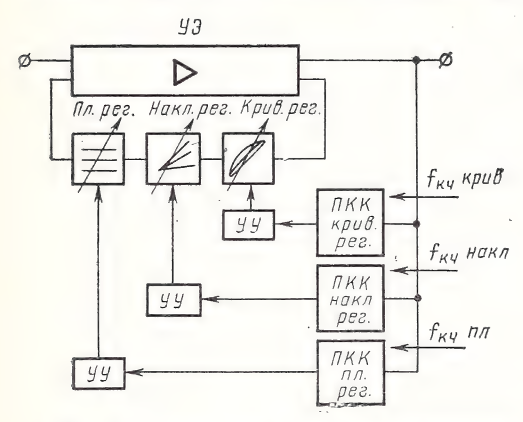


Рис. 94. Структурная схема подключения устройств АРУ в многоканальной аппаратуре передачи по кабельным линиям

На рис. 94 приведена структурная схема включения приборов устройства АРУ с усилительным элементом *УЭ* в промежуточной и оконечной аппаратуре кабельных линий. Для управления каждым регулятором предусмотрены свой избирательный приемник тока контрольного канала *ПКК* и управляющее устройство *УУ*. Чтобы предотвратить ложное срабатывание устройств АРУ, частота и амплитуда контрольных токов на выходе генератора контрольной частоты должны быть строго постоянными. Постоянным должно быть и усиление приемника тока *ПКК*, а также должна быть обеспечена его высокая избирательность, иначе в кабельную линию будут проходить токи составляющих сигналов рабочих каналов, амплитуда которых резко изменяется.

Для управления устройствами *АРУ* в электромеханических и электротермомеханических системах используют специальные ре-

версивные электродвигатели, а в электротермических — тепло-управляемые сопротивления — терморезисторы.

Реверсивные электродвигатели работают следующим образом. При изменении тока контрольной частоты управляющее устройство подключает напряжение к двигателю таким образом, что ротор его вращается по (или против) часовой стрелке. Это вызывает изменение температуры терморезистора, включенного в схему устройства АРУ (электротермомеханическая система), или переключение звеньев переменных выравнителей (электромеханическая система).

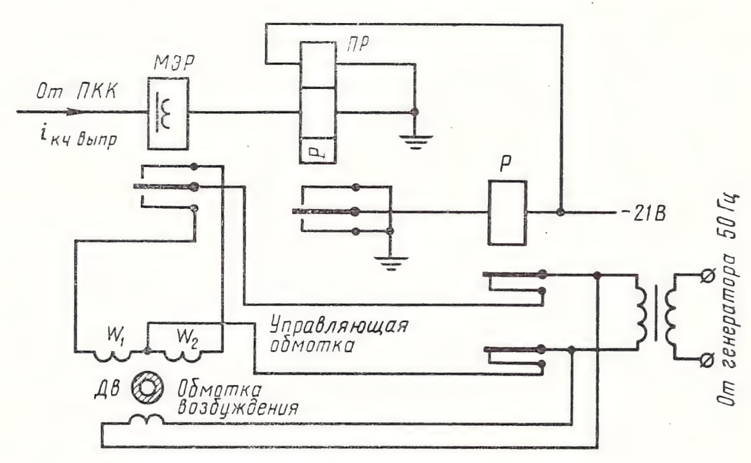


Рис. 95. Упрощенная схема разрешающего устройства в аппаратуре В-12-2

При малых пределах регулировки усиления в аппаратуре передачи по кабельным линиям подогрев терморезистора может осуществляться непосредственно выпрямленным током контрольной частоты (электротермическая система). Преимущество такой системы состоит в том, что в ней нет движущихся механических частей, благодаря чему повышается ее надежность и уменьшаются габариты. Однако она имеет существенный недостаток: при резких изменениях уровня токов контрольной частоты АРУ всех усилителей срабатывает быстро и одновременно, в конце линии происходит значительная перерегулировка уровня токов, после чего устройства АРУ продолжают регулировку до восстановления нормального уровня, но уже в другом направлении. Таким образом, резкие изменения уровня токов контрольной частоты приводят к большим колебаниям уровня передаваемых сигналов. Поэтому электротермическая система АРУ не нашла широкого применения.

Перерегулировка уровней имеет место и в электромеханической системе АРУ, однако из-за инерционности двигателей уровень передаваемых при этом сигналов будет изменяться медленнее.

Для включения и выключения двигателей в системах АРУ предусматриваются различные управляющие или разрешающие устройства. Эти устройства могут быть электромеханическими и электрическими. В электромеханическое разрешающее устройство, примененное в аппаратуре К-60П, В-12-2, входит магнитоэлектрическое реле.

На рис. 95 приведена упрощенная схема разрешающего устройства В-12-2. При изменениях уровня контрольного тока срабатывает магнитоэлектрическое реле *МЭР*, которое подает ток от генератора 50 Гц в обмотку W_1 или W_2 (в зависимости от знака изменения уровня контрольного тока), включает двигатель *Дв*. Последовательно с реле *МЭР* включено поляризованное реле *ПР*, которое срабатывает при слишком больших изменениях уровня и с помощью контактов реле *Р* обрывает цепь подачи тока от генератора на обмотку двигателя, в связи с чем прекращается бесполезная работа АРУ, например, при обрыве цепи.

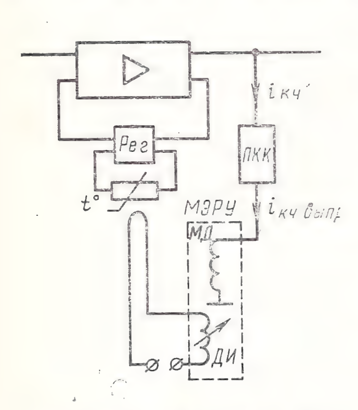


Рис. 96. Схема АРУ с магнитоэлектрическим регулирующим устройством

В разрешающем устройстве аппаратуры К-60П обмотки электродвигателя питаются от генератора 400 Гц. При этом ротор двигателя изменяет температуру терморезистора, включенного в схему выравнивателя цепи обратной связи усилителя.

В электротермомеханическом разрешающем устройстве, примененном в аппаратуре В-3-3, для управления работой двигателя использованы два транзистора, в коллекторные цепи которых включены обмотки управления реверсивного двигателя. Коллекторные цепи транзисторов питаются выпрямленным током от генератора 400 Гц.

По иному принципу работает управляющее устройство многоканальной системы передачи по коаксиальным кабелям К-1920. В нем используется магнитоэлектрическое регулирующее устройство МЭРУ, содержащее магнитоэлектрический двигатель *МД* (рис. 96). Двигатель состоит из магнитной системы, подвижной катушки и датчика индуктивности *ДИ*. С катушкой двигателя жестко связан стержень, перемещающий магнитный элемент в зазоре магнитопровода датчика индуктивности. Подвижная часть магнитоэлектрического регулирующего устройства может совершать вертикальное возвратно-поступательное движение в некоторых заданных пределах. При номинальном уровне тока контрольной частоты подвижная часть регулирующего устройства находится в среднем положении. Масса подвижной части устройства, которая в данном случае играет роль эталонного сигнала,

уравновешивается силой, создаваемой взаимодействием катушки двигателя с его магнитным полем.

Если ток контрольной частоты $i_{кч}$ изменяется, то изменяется и $I_{кч.\,выпр}$ на выходе ПКК, подвижная система начинает перемещаться, что приводит к изменению индуктивности (индуктивного сопротивления). При этом изменяется переменное напряжение u подогрева терморезистора, а следовательно, с помощью регулятора *Рег* и усиление усилителя.

В настоящее время разработано магнитоэлектрическое регулирующее устройство емкостного типа, в котором двигатель при изменении контрольной частоты вращает пластины переменного конденсатора, изменяя его емкость. С изменением емкости конденсатора изменяется температура терморезистора и его сопротивление.

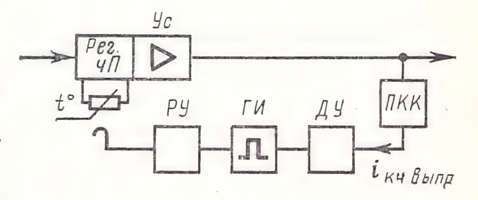


Рис. 97. Структурная схема автоматического регулятора уровня АРУ дискретного действия

Во всех рассмотренных случаях внутренний объем регулятора заполняется вязкой жидкостью, чтобы подвижная система вращалась с постоянной угловой скоростью.

Устройства АРУ косвенного действия. К таким устройствам относятся грунтовые АРУ, регулирующие усиление в соответствии с изменением температуры грунта. При этом в цепь обратной связи усилителей включаются регуляторы, аналогичные по своей схеме регуляторам электротермомеханической и электротермической АРУ. Управляемым сопротивлением является терморезистор с прямым подогревом, закапываемый в грунт. С изменением сопротивления терморезистора изменяется его шунтирующее действие на трансформатор, который является частью частотно-зависимого контура, что приводит к изменению частотной характеристики затухания этого контура. Поскольку затухание кабеля зависит от температуры грунта, грунтовая АРУ регулирует усиление в соответствии с изменением затухания кабеля. При перепаде температур от —2 до +18°С изменение усиления составляет немногим более 2 дБ.

Точность регулировки уровня затухания, обеспечиваемая грунтовыми АРУ, невелика, так как сопротивление терморезистора определяется температурой грунта только в том месте, где он закопан, а затухание кабеля — температурой грунта на всей длине усилительного участка. Поэтому грунтовые АРУ применяются совместно с АРУ по контрольным частотам.

Устройства АРУ дискретного действия. Рассмотренные выше системы АРУ являются системами непрерывного действия, в которых контроль за уровнем затухания в каналах осуществляется непрерывно во времени. Однако применяются и системы АРУ дискретного, т. е. прерывистого во времени, действия. Структурная

схема такого устройства приведена на рис. 97. В этой схеме усиленный и выпрямленный приемником контрольного канала *ПКК* ток контрольной частоты поступает на дискриминатор уровня *ДУ*, представляющий собой схему сравнения фактической величины уровня тока контрольной частоты с ее эталонным значением. Дискриминатор уровня, в свою очередь, управляет работой генератора импульсов *ГИ*. Если отклонение уровня тока контрольной частоты достигает определенного значения, то *ДУ* включает генератор импульсов, который начинает генерировать серию импульсов. Импульсы воздействуют на регулирующее устройство *РУ*, вызывая изменение тока подогрева терморезистора, включенного в регулируемый четырехполюсник *Рег ЧП*. При этом изменяется уровень затухания усилителя *Ус*. Когда уровень тока контрольной частоты достигнет номинального значения, дискриминатор уровня выключит датчик импульсов и работа схемы прекратится.

§ 52. УСИЛИТЕЛИ

Усилители, применяемые в аппаратуре дальней связи, по назначению подразделяются на индивидуальные, групповые, тональные и вспомогательные.

Индивидуальные усилители предназначены для усиления сигналов отдельных каналов. В многоканальной аппаратуре они обычно устанавливаются после демодулятора и являются усилителями тональной частоты.

Групповые усилители применяют для усиления сигналов группы каналов. Их используют в обслуживаемых и необслуживаемых усилительных пунктах, а также на входе тракта приема и на выходе тракта передачи оконечной аппаратуры для усиления общего сигнала, поступающего из линии или в линию. Поэтому групповые усилители называют линейными.

Тональные усилители используют для организации каналов низкой частоты на воздушных стальных, медных или биметаллических и кабельных цепях, в качестве двух- или четырехпроводных, промежуточных, оконечных, а также переходных с двупроводной на четырехпроводную схему.

Вспомогательные усилители применяют для усиления токов несущих и контрольных частот, сигналов набора и вызова, телеуправления и других целей.

Основными характеристиками усилителя являются: коэффициент усиления и его зависимость от частоты; входное и выходное сопротивления; величина мощности на выходе; нелинейные искажения; собственные шумы.

Рабочее усиление определяется выражением

$$S_p = 10 \lg (P_{вых}/P_{вх}), \text{ дБ},$$

где $P_{вых}$ — мощность, выделяемая усилителем на нагрузке; $P_{вх}$ — мощность, отдаваемая усилителю источником входного сигнала.

Обычно входное сопротивление усилителя $Z_{вх}$ согласовано с выходным сопротивлением источника сигнала (допустим, линии) $Z_{л}$, а выходное сопротивление усилителя $Z_{вых}$ согласовано с сопротивлением нагрузки $Z_{н}$, т. е. $Z_{вх}=Z_{л}$; $Z_{вых}=Z_{н}$.

В этом случае (при согласованных сопротивлениях) рабочее усиление равно разности уровней на выходе и входе усилителя (в децибелах). Величина и частотная зависимость усиления являются важной характеристикой усилителя и определяются его назначением. Так, например, если усилитель используется в качестве усилителя промежуточного пункта, то его частотная характеристика усиления должна соответствовать частотной характеристике затухания участка цепи, подсоединенной к нему.

При условии $Z_{вх}=Z_{л}$, $Z_{вых}=Z_{н}$ усилитель получает максимальную мощность от источника (линии) и отдает максимальную мощность в нагрузку. При этом не возникают отраженные токи, которые вызывают искажение амплитудно-частотной характеристики тракта передачи за счет наложения различных составляющих этих токов на соответствующие составляющие тока основного сигнала. Для обеспечения согласования входного и выходного сопротивлений усилителя на его входе и выходе, как правило, включаются согласовывающие трансформаторы.

Мощность на выходе усилителя определяется величиной максимальной неискаженной мощности, отдаваемой нагрузке его выходным каскадом. Выходная мощность зависит от назначения усилителя (числа одновременно усиливаемых сигналов), а также от динамического диапазона напряжения, подаваемого на его вход, т. е. разности между максимальным и минимальным входными сигналами. Максимальное напряжение сигнала на входе усилителя ограничивается нелинейными искажениями, создаваемыми усилителем вследствие нелинейности его характеристики. Минимальное напряжение ограничивается величиной собственных шумов усилителя, обусловленных собственными шумами ламп или транзисторов, тепловыми шумами сопротивлений, пульсацией напряжений источников питания и т. д.

Нелинейные искажения, создаваемые усилителем, проявляются в виде гармоник и комбинационных частот составляющих входного сигнала, отсутствующих на входе усилителя. Амплитудная характеристика усилителя (зависимость выходного напряжения усилителя от входного) имеет нелинейные участки. Однако в отличие от преобразователей частоты, где нелинейность является полезной (благодаря ей появляются комбинационные частоты — полезные продукты модуляции), нелинейность усилителя вредна и ее стараются уменьшить. Нелинейные искажения в индивидуальных усилителях вызывают ухудшение разборчивости речи за счет появления в полосе частот канала дополнительных составляющих (гармоник и комбинационных частот). Наличие нелинейных искажений в групповых усилителях приводит к появлению взаимных влияний между каналами.

Собственные шумы усилителя в основном определяются тепловыми шумами, возникающими в его входной цепи, где уровень полезного сигнала мал и может быть соизмерим с уровнем шумов. Результирующая мощность тепловых шумов является суммой тепловых шумов, создаваемых входным сопротивлением усилителя и флуктуациями (хаотическими изменениями) анодного тока лампы или коллекторного тока транзистора.

Максимальное усиление на частоте 800 Гц усилителей различного типа, используемых в качестве промежуточных, при включенных линейных трансформаторах составляет 14 дБ на стальных цепях и примерно 24 дБ при четырехпроводном включении на кабелях. Регулировка осуществляется в пределах приблизительно 20 дБ, ступенями по 1 дБ.

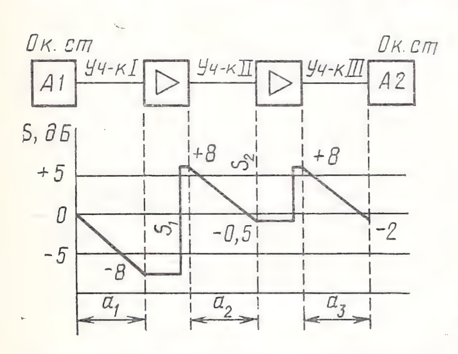


Рис. 98. Диаграмма уровней передачи

На рис. 98 показана схема цепи, состоящей из двух оконечных станций, трех участков и двух промежуточных усилителей. Здесь же приведено графическое изображение изменения уровня передачи вдоль цепи, называемое *диаграммой уровней*. В диаграмме уровней учтены все затухания a и усиления S в данной цепи. Первый участок имеет затухание $a_1=8$ дБ, второй — $a_2=8{,}5$ дБ, третий — $a_3=10$ дБ. Сумма всех затуханий равна 26,5 дБ. Промежуточные усилители создают усиления $S_1=16$ и $S_2=8{,}5$ дБ, т. е. сумма усилений составляет 24,5 дБ. Тогда остаточное затухание на входе аппаратуры оконечной станции равно 26,5—24,5=2 дБ.

Для построения диаграммы уровней передачи канала уровни на входе и выходе оконечной и промежуточной аппаратуры, а также на участке линии можно измерить или рассчитать.

Диаграммы уровней передачи можно подразделить на диаграммы внутренних и внешних уровней. Диаграммы внутренних уровней относятся к оконечной и промежуточной аппаратуре и представляют собой график изменения уровней при прохождении сигнала через ее отдельные узлы. Диаграммы внешних уровней относятся к каналу связи в целом и представляют собой график изменения уровней передачи при прохождении сигнала от одной оконечной станции к другой. В отличие от диаграммы внутренних уровней на диаграмме внешних уровней указываются уровни передачи только на входах и выходах оконечной и промежуточной аппаратуры. Таким образом, на рисунке показана диаграмма внешних уровней передачи канала.

Двусторонние усилители применяются для увеличения дальности передачи сигнала на каналах тональной частоты. При этом промежуточные двусторонние усилители располагают так, чтобы

затухание усилительного участка цепи между ними находилось в пределах 10—14 дБ. Помимо основной задачи, заключающейся в усилении разговорных токов и компенсации затухания предыдущего участка цепи, двусторонние усилители устраняют частотно-амплитудные искажения, вносимые этим участком.

Двусторонний телефонный усилитель (рис. 99) состоит из двух усилительных элементов *УЭ1* и *УЭ2,* каждый из которых усиливает токи только в одном направлении, и двух дифференциальных систем, предотвращающих попадание усиленных токов с выхода одного усилительного элемента на вход другого. В состав каждой дифсистемы входят дифференциальный трансформатор *ДТр* и балансный контур *БК.*

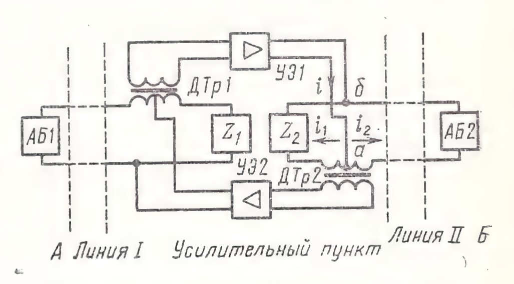


Рис. 99. Схема двустороннего телефонного усилителя

Поступающие, например, с линии *I* токи тональных частот замыкаются через линейную обмотку дифференциального трансформатора *ДТр1* и попадают на вход *УЭ1.* Усиленный ток на выходе *УЭ1* разветвляется в точке *а* дифференциального трансформатора *ДТр2* на две части: i_1 и i_2; одна из них замыкается через балансный контур *БК2,* а другая поступает в линию *II.* Элементы балансного контура подбирают так, чтобы его входное сопротивление $Z_{бк}$ в спектре тональных частот было равно входному сопротивлению линии $Z_л$. В этом случае токи i_1 и i_2 будут равны, а создаваемый ими результирующий магнитный поток будет равен нулю, так как оба тока проходят через линейные полуобмотки дифференциального трансформатора *ДТр2* в противоположных направлениях. Величина эдс, индуктируемая во вторичной обмотке трансформатора *ДТр2,* будет также равна нулю и на вход *УЭ2* не будет подано напряжение.

Токи, поступающие с линии *II,* проходят по схеме усилителя таким же образом, но через усилительный элемент *УЭ2.*

По принципу действия дифференциальная система в лучшем случае пропускает в линию только половину мощности, получаемой от усилительного элемента (вторая половина теряется на $Z_{вк}$), поэтому ее затухание не может быть меньше 3 дБ, что соответствует уменьшению мощности вдвое. Практически величина затухания дифсистем из-за потерь мощности в дифференциальном трансформаторе составляет 3,5—4 дБ.

Если $Z_л \neq Z_{вк2}$, то ток разветвляется на две неравные части и во вторичной обмотке дифференциального трансформатора *ДТр2* будет индуктироваться некоторый ток, который попадает на вход *УЭ2.* Этот ток, усиливаясь, с выхода *УЭ2* может попасть на вход *УЭ1,* если дифсистема, включающая *ДТр1* и *БК1,* также неуравновешена ($Z_л \neq Z_{вк1}$). После усиления в *УЭ1* ток снова попадет

на *УЭ2*, опять усилится и т. д. Таким образом, в двустороннем усилителе возникает ток обратной связи.

При наличии обратной связи и определенных условий усилитель начнет генерировать переменный ток, т. е. превратится в генератор тональной частоты. Этот ток проходит в соединенные с усилителем цепи, распространяется по ним в обе стороны от усилителя и попадает в телефонные аппараты абонентов, проявляясь в виде свиста.

Генерация усилителя может возникнуть при наличии двух условий: условия амплитуд (сумма усилений в цепи обратной связи равна или больше суммы затуханий в этой же цепи) и условия фаз (ток обратной связи совпадает по фазе с вызвавшим его током или, иначе говоря, сдвиг фаз в цепи обратной связи равен нулю или кратен 360°).

Усиление в каждом из направлений передачи, при котором сумма усилений в цепи обратной связи равна сумме затуханий в этой же цепи, называется *критическим*.

Недостаточно точная балансировка дифсистем также приводит к возникновению искажений от обратной связи, так как одни частоты усиливаются больше, другие — меньше.

Разность между критическим усилением и усилением, которое усилитель должен обеспечивать в данных конкретных условиях работы, характеризует *устойчивость усилителя*.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение дифсистемы? Объясните принцип ее работы.
2. Что называется электрическим фильтром? Какие фильтры применяются в дальней связи?
3. Каково назначение выравнивающего контура?
4. В чем особенности балансного и кольцевого (двойного балансного) модуляторов?
5. Каково назначение транзисторного преобразователя?
6. Зачем применяются ограничители уровня?
7. Как подразделяются и для чего используются генераторы частот?
8. Как классифицируются АРУ?
9. Что такое диаграмма уровней передачи и как она строится?

ГЛАВА VIII

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ АППАРАТУРЫ МНОГОКАНАЛЬНОЙ СВЯЗИ

§ 53. ПОСТРОЕНИЕ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ С ЧАСТОТНЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ СИГНАЛОВ

Современные высокочастотные системы передачи (по кабельным и воздушным линиям связи) строятся главным образом по методу частотного разделения сигналов, т. е. для передачи сигналов каждого отдельного канала отводится определенная полоса частот.

Для обеспечения одновременной передачи информации в обоих направлениях аппаратура многоканальной системы, устанавливаемая в оконечных пунктах, должна содержать передатчики и приемники. Передающая часть оконечной аппаратуры преобразовывает частоты одинаковых по спектру исходных сигналов отдельных каналов в различные по спектру сигналы, образующие многоканальный сигнал, который и передается по цепи. Приемная часть оконечной аппаратуры разделяет пришедшие с линии различные по спектру сигналы отдельных каналов, составляющих многоканальный сигнал, и преобразовывает каждый из них в спектр исходного сигнала.

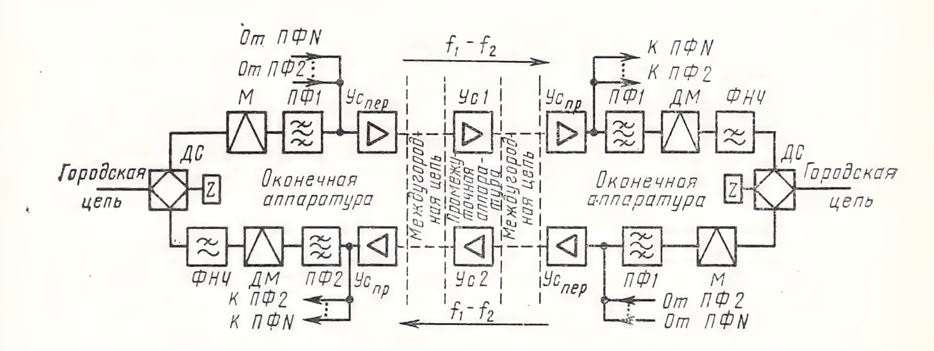


Рис. 100. Функциональная схема однополосной четырехпроводной многоканальной системы связи

Для усиления ослабленных в линии сигналов и компенсации внесенных ею искажений устанавливают промежуточные усилители. Затухание и искажение формы сигнала, вносимые последним участком цепи перед оконечной станцией, компенсирует приемная часть оконечной аппаратуры.

Многоканальные системы передачи, так же как каналы тональной частоты, могут быть организованы по однополосной четырехпроводной и двухполосной двухпроводной системам передачи.

Однополосная четырехпроводная система обычно используется для устройства многоканальной связи по симметричным и коаксиальным кабельным линиям при наличии двух двухпроводных цепей, т. е. кабельных пар. В каждой из цепей в прямом или обратном направлении передаются сигналы по N каналам, причем полосы частот, занимаемые сигналами этих каналов в обеих цепях, совпадают. Для уменьшения влияния между парами симметричных кабелей, используемыми для передачи сигналов в противоположных направлениях, их размещают в двух различных кабелях, т. е. применяется двухкабельный метод организации связи. Однокабельный метод используется в коаксиальных кабелях, пары которых имеют более высокую взаимную защищенность, чем в симметричных кабелях.

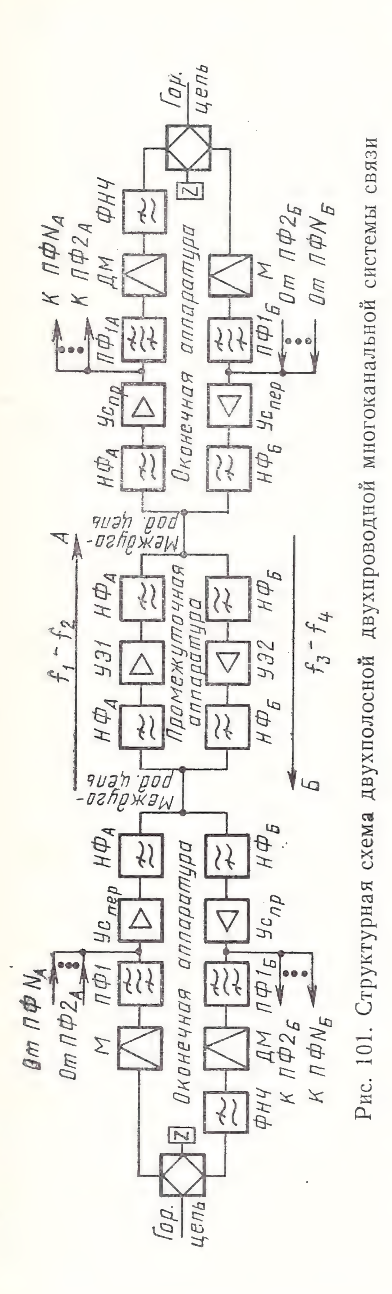


Рис. 101. Структурная схема двухполосной двухпроводной многоканальной системы связи

На рис. 100 приведена функциональная схема однополосной четырехпроводной высокочастотной многоканальной системы связи.

Разговорный ток от телефонного аппарата абонента слева поступает на дифсистему *ДС* и ответвляется в преобразователь, состоящий из модулятора *М* и полосового фильтра *ПФ1*. После полосовых фильтров *ПФ1 — ПФN* сигналы всех каналов, разделенные по частоте, поступают на групповой усилитель передачи $Ус_{пер}$. Усилитель промежуточного пункта *Ус1* также является групповым, так как усиливает сигналы группы каналов. На приемной стороне после группового усилителя приема $Ус_{пр}$ сигналы каналов разделяются соответствующими полосовыми фильтрами *ПФ1 — ПФN* и поступают на демодуляторы *ДМ*, а затем через фильтр нижних частот *ФНЧ* на дифсистему *ДС* и к абоненту, находящемуся справа. Аналогично проходят токи в обратном направлении. По другим каналам системы может передаваться нетелефонная информация; дифсистема к ним не подключается, так как эти каналы являются односторонними.

В двухполосной двухпроводной системе связи (рис. 101) в одном направлении передаются сигналы по *N* каналам, расположенным в одной полосе частот, а в другом — сигналы по *N* каналам, расположенным в другой полосе частот, т. е. в направлении *А* передается полоса частот f_1—f_2, а в направлении *Б* — f_3—f_4. Для этого в передающей и приемной частях аппаратуры оконечных пунктов одного направления устанавливают направляющие фильтры $НФ_А$, а другого — $НФ_Б$.

На промежуточных пунктах установлены усилительные устрой-

ства, состоящие из двух усилительных элементов *УЭ1* и *УЭ2*. Усилительные элементы благодаря фильтрам $НФ_А$ и $НФ_Б$ усиливают только полосу частот соответствующего направления передачи. Каждая пара фильтров $НФ_А$ и $НФ_Б$ обеспечивает разделение токов разных направлений, поэтому они называются направляющими. Эти фильтры применяются во всех двухполосных системах; один из них является фильтром нижних частот, а другой — фильтром верхних частот.

На воздушных линиях связи применяют двухполосные двухпроводные системы, так как при передаче во встречных направлениях сигналов одинаковой полосы частот по четырехпроводной однополосной системе не удается обеспечить необходимую взаимную защищенность цепей.

В некоторых случаях, например при наличии только одного проложенного кабеля, для уплотнения симметричных кабелей также используется двухполосная двухпроводная система связи. Однако широкого развития на кабельных линиях такие системы не получили из-за относительно небольшой дальности связи. Ограничение дальности связи вызвано тем, что направляющие фильтры для задерживания сигналов полосы частот обратного направления не создают бесконечно большого затухания. Поэтому на промежуточных и оконечных станциях возникает небольшой ток обратной связи. При большом числе промежуточных пунктов, суммарный ток обратной связи может нарушить устойчивость связи.

Воздушные цепи из цветных металлов имеют меньшее затухание, чем кабельные, поэтому число промежуточных пунктов будет меньше. Здесь промежуточные станции располагают относительно редко — через 80—120 км (например, для 12-канальной системы), тогда как в кабельной цепи — через 12—20 км.

§ 54. МЕТОДЫ ПЕРЕДАЧИ МОДУЛИРОВАННЫХ КОЛЕБАНИЙ В СИСТЕМАХ С ЧАСТОТНЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ СИГНАЛОВ

Как было показано выше, при модуляции в преобразователе возникают колебания с несущей ω, верхней $\omega+\Omega$ и нижней боковой $\omega-\Omega$ частотами. При демодуляции для выделения частоты исходного колебания необходимо подать на демодуляторы колебания несущей частоты ω и хотя бы одной боковой (верхней или нижней). Однако ток несущей частоты не несет в себе никакой информации о сигнале и передавать его по цепи не обязательно. Для осуществления процесса демодуляции на демодулятор подают колебание частотой ω от местного генератора, которое выполняет функцию колебания несущей частоты и, взаимодействуя с пришедшим от передающей станции колебанием боковой частоты, позволяет получить исходный сигнал.

При передаче по линии полного модулированного тока, состоящего из тока несущей частоты и токов обеих боковых частот, ширина передаваемой полосы частот составит

$$\Delta f=(f+F_{\text{макс}})-(f-F_{\text{макс}})=2F_{\text{макс}},$$

где f — частота несущей частоты; $F_{\text{макс}}$ — максимальная частота сигнала (телефонного разговора), равная 3400 Гц.

При передаче по линии тока несущей и только одной боковой частоты ширина передаваемой полосы частот будет равна

$$\Delta f = (f + F_{\text{макс}}) - f = F_{\text{макс}}.$$

Если же передавать ток только одной боковой частоты, то ширина полосы частот составит

$$\Delta f = F_{\text{макс}} - F_{\text{мин}},$$

т. е. будет наименьшей.

Мощность модулированного сигнала, имеющего в своем составе ток несущей частоты, значительно больше мощности модулированного сигнала, в котором этого тока нет. Из-за большой мощности тока несущей частоты приходится применять более мощные усилители на промежуточных и оконечных пунктах и, кроме того, при этом нельзя использовать общие групповые усилители для одновременного усиления токов группы каналов.

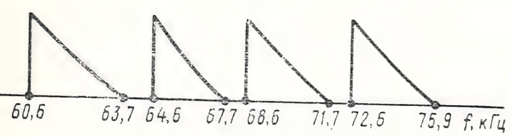


Рис. 102. Распределение частотных полос четырех рядом расположенных каналов многоканальной системы передачи

Таким образом, при передаче в линии тока только одной из боковых частот значительно сокращается ширина передаваемой полосы частот сигнала и резко уменьшается его мощность. Сокращение передаваемой полосы частот позволяет организовать в одном и том же диапазоне частот, используемом в данной линии, большее число каналов и, следовательно, более эффективно применять линейные сооружения. Поэтому современные многоканальные системы высокочастотной связи строят главным образом по методу передачи в линию тока только одной из боковых частот.

Для устранения тока несущей частоты из состава модулированного колебания в цепь включают балансные, мостиковые или кольцевые преобразователи, а для устранения неиспользуемой боковой частоты — узкополосные фильтры.

На рис. 102 показано расположение частотных полос четырех рядом расположенных телефонных каналов многоканальной системы передачи. Спектр каждого канала занимает полосу 3,1 кГц, а полоса расфильтровки равна 0,9 кГц, т. е. в целом на 1 канал приходится 4 кГц.

§ 55. ОСНОВНЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В СССР

Построение многоканальных систем передачи зависит от электрических характеристик применяемых линий связи и прежде всего от затухания. На стальных воздушных линиях затухание резко возрастает на частотах выше 30 кГц. Поэтому на них применяются

двух- и трехканальные двухпроводные системы передачи, занимающие полосу частот от 4 до 31 кГц. Сюда относится аппаратура оконечных и промежуточных станций систем отечественного производства В-3, ВС-3, В-3-2, В-3-3, В-3-3с (трехканальные) и В-2 (двухканальная); БО-3, БО-3-2 — трехканальные системы, изготовленные в Венгерской Народной Республике и получившие у нас большое распространение.

Аппаратура станций систем В-3, В-3-3, В-3-3с, БТО-3/4, БО-3, БО-3-2 может работать как на стальных, так и на цепях из цветных металлов.

Медные и биметаллические воздушные цепи работают до частот порядка 150 кГц. При этом применяются 12-канальные системы передачи, способные работать совместно (на одной и той же физической цепи) с трехканальными, так как их частотные полосы начинаются с частоты 36 кГц. Это отечественные системы В-12, В-12-2, В-12-3, а также БО-12, БО-12-2 — венгерского производства.

Так как затухание воздушных линий, а также симметричных и коаксиальных кабелей увеличивается с увеличением частоты, то желательно, чтобы их частотные полосы начинались с более низких частот. Однако при использовании симметричных кабелей волновое сопротивление пар кабелей на низких частотах изменяется очень резко, из-за чего трудно обеспечить достаточно хорошее согласование входного сопротивления аппаратуры с волновым сопротивлением кабельной пары. Верхняя граница используемого спектра в симметричных кабелях ограничивается снижением переходного затухания между парами при повышении частоты, т. е. возрастанием влияний между ними, что особенно сказывается на длинных связях. Поэтому симметричные кабели в настоящее время применяют в основном на частотах от 12 до 252 кГц, что позволяет получить 60 каналов (из расчета 4 кГц на 1 канал). Для связей на короткие расстояния, где влияние между парами сказывается меньше, симметричные кабели можно использовать на частотах до 552 кГц.

В коаксиальных кабелях, наоборот, переходные влияния больше сказываются на низких частотах и с повышением частоты уменьшаются, поэтому их используют на частотах от 60 кГц и выше. Ограничения используемых частот сверху практически нет, поэтому коаксиальные кабели уплотняют до 20—25 МГц. В настоящее время разрабатываются системы передачи на частотах до 60 МГц.

На симметричных кабельных цепях используется аппаратура К-60 (на электронных лампах), К-60П (на полупроводниках) отечественного производства и V-60E, выпускаемая промышленностью ГДР. Эти системы позволяют получить по двум двухпроводным цепям 60 телефонных двусторонних каналов (расположенных в различных кабелях), занимающих спектр частот от 12 до 252 кГц. Аппаратура К-24-2 имеет 24 телефонных канала, в которой также предусмотрены две пары различных кабелей со спектром частот от 12 до 108 кГц.

При наличии только одного кабеля можно использовать аппаратуру КВ-12, работающую в спектре частот от 36 до 140 кГц. В этом случае используется двухполосная двухпроводная система передачи многоканальной связи. Аппаратура КВ-12 имеет 12 двусторонних телефонных каналов; ее построение аналогично построению аппаратуры В-12-2.

Коаксиальные кабельные линии уплотняются однополосными четырехпроводными системами типа К-300 (300 телефонных каналов) и К-1920 (1920 телефонных каналов). К-300 занимает спектр частот от 60 до 1300 кГц, а К-1920 — от 300 кГц до 8,5 мГГц.

Используются также системы К-1920П на транзисторах (1920 телефонных каналов) и К-3600 (3600 телефонных каналов). Разрабатываются системы К-5400 и К-10800 (5400 и 10800 телефонных каналов соответственно).

Помимо коаксиальных кабелей с несколькими коаксиальными парами, где используются вышеназванные системы передачи, применяются и однокоаксиальные кабели с одной коаксиальной парой. На этих кабелях могут использоваться только двухполосные двухпроводные системы передачи. К таким относится система К-120, работающая в спектре частот от 60 до 1300 кГц. Она применяется для прокладки под землей или подвески на воздушных линиях и имеет 120 двусторонних телефонных каналов. Подводные однокоаксиальные кабели уплотняются в спектре частот 36—552 кГц, что позволяет получить 60 двусторонних телефонных каналов.

Для коротких симметричных кабелей на городских соединительных линиях (между АТС) применяется двухполосная двухпроводная аппаратура КРР, КРР-М и КАМА с 30 телефонными каналами, а также аппаратура с импульсно-кодовой модуляцией типа ИКМ-30.

§ 56. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ АППАРАТУРЫ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМ

При построении оконечной или промежуточной аппаратуры многоканальных систем применяется индивидуальный и групповой принцип. Индивидуальный принцип построения предусматривает для каждого канала установку отдельной аппаратуры. При групповом принципе построения для каждого канала отдельной является только часть оконечной аппаратуры, а остальная ее часть и промежуточная аппаратура будут общими. В этом случае оборудование оконечной аппаратуры подразделяется на индивидуальное и групповое. В аппаратуре с большим числом каналов часть группового оборудования может быть общей не для всех каналов, а лишь для некоторых из них.

Аппаратура, построенная по индивидуальному принципу, громоздка по сравнению с аппаратурой, построенной по групповому принципу. Поэтому современные многоканальные системы в основном строятся по групповому принципу.

В соответствии с рекомендациями МККТТ почти все многоканальные системы рассчитаны на число каналов, кратное 12, и комплектуются из соответствующего количества 12-канальных групп. 12-канальная группа называется первичной и занимает исходный спектр частот 60—108 кГц. Из пяти 12-канальных групп получается вторичная 60-канальная группа со стандартным спектром частот 312—552 кГц, а из пяти 60-канальных — третичная 300-канальная группа со спектром частот 812—2044 кГц.

На рис. 103 показано расположение каналов в спектре частот и схема образования 12-канальной группы. Как видно из схемы, оборудование каждого канала состоит из преобразователя (модулятора) передачи $П_{пер}$, полосовых фильтров *ПФ* на его выходе и входе, преобразователя (модулятора) приема $П_{пр}$, фильтра нижних частот *ФНЧ* и усилителя тональной частоты *УТЧ*. Если данный канал используется для телефонной передачи, то к приемной и передающей сторонам подключается дифсистема *ДС*, причем к передатчику (модулятору) дифсистема подключается через ограничитель амплитуд *ОА*, ограничивающий пиковые значения мощности разговорного сигнала.

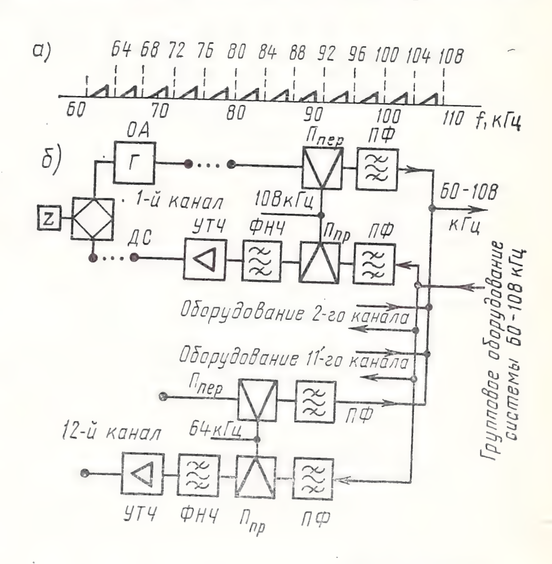


Рис. 103. Расположение каналов в спектре (*а*) и структурная схема оборудования 12-канальной группы (*б*)

Несущие частоты индивидуального преобразования, подаваемые к модулятору и демодулятору, кратны 4 кГц и определяются из выражения $f_{нес.инд} = 108—4\ (n—1)$ кГц, где n — номер канала.

Например, несущая частота 1-го канала равна 108 кГц, а 12-го — 64 кГц. Как видно из рис. 103, для передачи используются нижние боковые полосы частот. Общая полоса частот каналов 12-канальной группы 60—108 кГц (точнее, 60,6—107,7 кГц) передается на групповое оборудование для дальнейшего преобразования.

На рис. 104 показан принцип построения схемы передающей части 60-канальной группы. Полоса частот каждой из 12-канальных групп преобразуется групповым преобразователем *ГП* (при соответствующей несущей частоте) в свой спектр частот. Несущие частоты группового преобразователя определяются из выражения $f_{нес.\,гп} = 420 + 48\ (n_1—1)$ кГц, где $n_1 = 1—5$ — номера 12-канальных групп.

Полосовые фильтры *ПФ* выделяют нижние боковые полосы частот после группового преобразования.

Аналогичным образом строится схема 300-канальной группы.

§ 57. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ МНОГОКАНАЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМПУЛЬСНО-КОДОВОЙ МОДУЛЯЦИИ

В системе с временным разделением сигналов носителем передаваемой информации является периодическая последовательность прямоугольных импульсов, амплитуда которых изменяется в соответствии с изменением передаваемого сигнала. Такая модуляция называется *амплитудно-импульсной* (АИМ). Однако помехоустойчивость сигналов АИМ весьма низка, так как любая помеха, изменяющая амплитуду импульса, искажает форму огибающей импульсной последовательности, а значит, и сигнал на приеме.

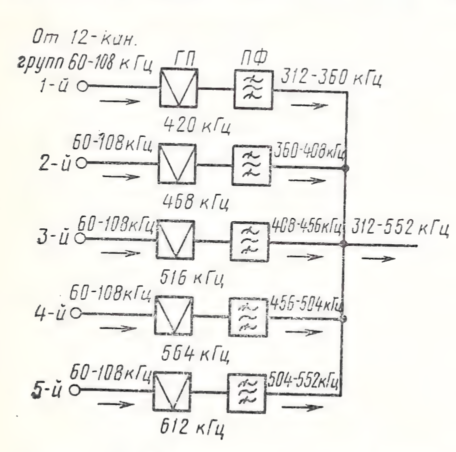


Рис. 104. Принцип построения схемы передающей части 60-канальной группы

Наибольшую помехоустойчивость при передаче импульсных сигналов обеспечивает *импульсно-кодовая модуляция* (ИКМ).

Принцип ИКМ заключается в том, что непрерывный сигнал, например телефонный разговор, сначала превращается в модулированную по амплитуде последовательность импульсов (АИМ-сигнал), а затем импульсы этой последовательности кодируются, т. е. передаются по системе связи в виде закодированных цифр. Причем кодовая комбинация каждой цифры соответствует определенной амплитуде импульса. Так как амплитуды импульсов, отсчитываемые через определенные интервалы времени, могут быть любыми, то соответственно необходимо и бесконечно большое число закодированных цифр. Для их уменьшения до кодирования амплитуды импульсов квантуют, т. е. вместо фактически существующей в момент отсчета амплитуды импульса передают на кодирующее устройство ближайшее значение (большее или меньшее) —нормированное значение амплитуды. Принцип квантования импульсов по амплитуде можно проследить по рис. 105.

Естественно, что квантование амплитуд импульсов вносит определенные искажения в передаваемый сигнал, поскольку огибающая квантованных импульсов не точно соответствует огибающей амплитудно-модулированных исходных импульсов. Поэтому число гра-

даций нормированных импульсов (ступеней квантования) не должно быть слишком малым.

Кодовые комбинации для передачи квантованных импульсов в системе ИКМ строятся по принципу современного телеграфного кода, только число элементов в кодовой комбинации определяется числом градаций нормированных значений сигнала АИМ, передачу которых должна обеспечить система ИКМ.

Современный телеграфный код является двоичным, т. е. элементы кода могут принимать два значения — плюс или минус, наличие или отсутствие импульса (условно обозначается «1» или «0»). В двоичном коде число различных значений, которые могут передаваться кодовыми группами, определяется выражением $N=2^n$, где n — число элементов в кодовой комбинации. В телеграфном коде число импульсов «1» или «0» в каждой комбинации равно 5, что позволяет передавать $2^5=32$ различных буквы или знака. Как показали многочисленные исследования, в системе ИКМ для неискаженной передачи необходимо иметь не менее 100 различных квантованных уровней импульсов, поэтому n должно быть равно 7 ($2^7=128$).

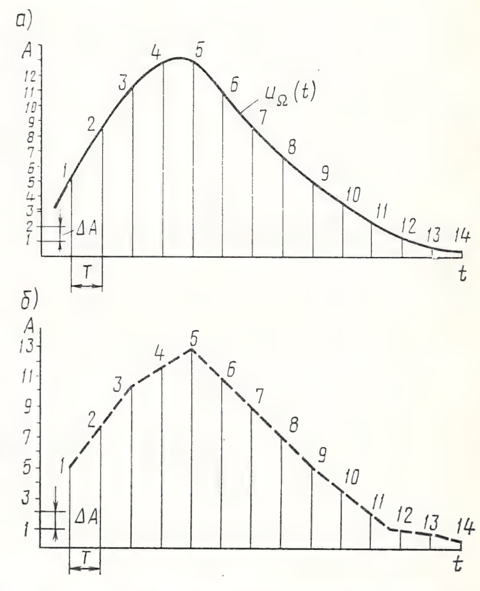


Рис. 105. Графики, поясняющие принцип квантования импульсов:

а — истинные амплитуды импульсов, определяемые непрерывным модулирующим сигналом, *б* — квантованные амплитуды импульсов и их огибающая

Сигнал, показанный на рис. 105, имеет 14 значений уровней амплитуд — от 0 до 13. Нулевое значение амплитуды также передается определенным кодом, поэтому достаточно иметь $2^4=16$ различных комбинаций, в каждой из которых будет по 4 импульса. В табл. 5 приведены номера импульсов, их уровни и соответствующие им кодовые комбинации, передаваемые по каналу связи.

При определении полосы частот, получаемой при передаче телефонных сигналов методом ИКМ, необходимо учитывать, что принцип ИКМ требует дискретизации непрерывного сигнала, т. е. его преобразования в импульсы с частотой следования $f \geqslant 2F_{макс}$, где $F_{макс}$ — максимальная частота передаваемого сигнала.

Преобразование квантованных амплитуд сигнала АИМ в кодовые комбинации из n элементов увеличит скорость следования импульсов в n раз. Для передачи таких сигналов без искажений тракт ИКМ должен пропускать спектр частот до nf, Гц.

Использование метода ИКМ для многоканальных систем связи предполагает передачу последовательно во времени кодовых комбинаций, соответствующих различным сообщениям. В этом случае скорость следования импульсов станет еще выше, а частотный спектр тракта для передачи многоканальных сигналов методом ИКМ будет составлять fnM, где M — число каналов в многоканальной системе.

Таблица 5. **Номера и уровни импульсов и соответствующие им кодовые комбинации**

Номер импульса	Уровень импульса, А	Кодовая комбинация	Номер импульса	Уровень импульса, А	Кодовая комбинация
1	5	0101	8	7	0111
2	8	1000	9	5	0101
3	11	1011	10	4	0100
4	12	1100	11	2	0010
5	13	1101	12	1	0001
6	11	1011	13	1	0001
7	9	1001	14	0	0000

Если принять, что частота дискретизации непрерывного сигнала $f=8$ кГц, то тракт связи при ИКМ должен пропускать спектр частот до 8 nM кГц. Как было указано ранее, системы с частотным разделением сигналов используют спектр частот из расчета 4 кГц на канал, т. е. система из M каналов занимает полосу частот $4M$ кГц. Таким образом, полоса частот при системах с ИКМ в 2 n раз шире, чем при системах с частотным делением и амплитудной модуляцией.

Так как в системах ИКМ сигналы передаются в виде закодированных цифр, такие системы иногда называют цифровыми. Преимущества этих систем состоят в следующем:

1) качество передачи сигналов не зависит от длины линии в цифровой системе передачи в связи с тем, что помехи не накапливаются вдоль линии, так как основным источником помех является оконечное оборудование, в котором непрерывный сигнал преобразуется в дискретный;

2) сигналы всех видов информации (телефонной, телевизионной, передачи данных, фототелеграфии, вещания) имеют единую цифровую форму, что позволяет использовать одни и те же средства передачи и коммутации каналов и трактов, а также облегчает эксплуатацию;

3) высокая помехоустойчивость систем позволяет применять кабели с низкой величиной защищенности между параллельными цепями;

4) сети этих систем передачи (волноводных, оптических) обладают большой пропускной способностью.

Сигнал ИКМ при передаче по линии затухает, искажается и подвергается воздействию помех. Если не принять соответствующих мер, амплитуда его импульсов станет соизмеримой с амплитудой случайных помех и восстановить сигнал на приеме будет практически невозможно. Для компенсации искажений сигнала ИКМ в линию через определенные расстояния включают специальные устройства — регенераторы. Процесс восстановления формы импульса, его амплитуды и длительности, а также временных интервалов между импульсами называется *регенерацией.* Возможность регенерации сигнала является основным отличием систем с ИКМ от систем передачи с частотным разделением каналов, где помехи и искажения накапливаются вдоль магистрали.

В состав регенератора входит решающее устройство РУ, на вход которого с линии подаются искаженные импульсы, устройство выделения тактовой частоты УВТЧ, подключенное к РУ и генератор прямоугольных импульсов ГПИ. Этот генератор подключен и на выходе РУ, где импульс появится только в том случае, если на его вход одновременно поступят импульсы с линии и от УВТЧ. С выхода ГПИ в линию поступают прямоугольные импульсы, восстановленные (регенерированные) по амплитуде и длительности. Под действием помех в работе регенератора могут быть сбои, и вместо «1» на выходе появится «0» или наоборот. В телефонном канале ошибки воспринимаются на слух как щелчки.

§ 58. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАНАЛОВ ДАЛЬНЕЙ СВЯЗИ

Выше уже приводились некоторые характеристики телефонных каналов тональной частоты. В частности, полоса пропускаемых частот этих каналов составляет 300—3400 Гц, причем затухание на крайних частотах не должно превышать затухания на частоте 800 Гц более чем на 8,7 дБ. Величина остаточного затухания на частоте 800 Гц должна быть равна примерно 7 дБ.

Чтобы предотвратить возникновение генерации телефонного канала, необходимо создать определенный запас устойчивости, которая зависит от степени равновесия дифсистем, качества электрических фильтров, отделяющих встречные полосы частот в высокочастотных системах передачи. Устойчивость телефонного канала измеряется на частоте 800 Гц выходным уровнем 0 дБ и равна $\delta_{кан}=[(a_Б-a_{Б.\,ген})+(a_А-a_{А.\,ген})]/2$, где a — остаточное затухание канала, измеренное на станции Б; $a_{Б.\,ген}$ — остаточное затухание, измеренное на станции Б при положении регуляторов усиления, зафиксировавших начало генерации; $a_А$ — остаточное затухание канала, измеренное на станции А; $a_{А.\,ген}$ — остаточное затухание, измеренное на станции А при положении регуляторов, зафиксировавших начало генерации канала.

Устойчивость зависит от структуры телефонного канала. Для двухпроводного канала тональной частоты $\delta_{кан}\geqslant 2$ дБ; для четырехпроводного — $\delta_{кан}\geqslant a_{800}+2$ дБ; для высокочастотного телефонного канала $\delta_{кан}\geqslant 5$ дБ. Все указанные измерения должны произ-

водиться при разомкнутых концах цепи, когда оконечные дифсистемы максимально разбалансированы, т. е. создаются наиболее благоприятные условия для генерации.

Нормируются также шумы в каналах, которые не должны ощущаться во время разговора абонентов. Исходя из этого напряжения шумов, измеренные в точке с относительным уровнем 7 дБ на частоте 800 Гц, не должны превышать следующих значений (мВ):

$1\sqrt{m}$ — для двухпроводных телефонных каналов тональной частоты на воздушных цепях;

$1\sqrt{m}$ — для четырехпроводных каналов тональной частоты на цепях симметричных кабельных линий;

$1\sqrt{l/2400}$ — для телефонных каналов высокой частоты на воздушных стальных цепях;

$1{,}4\sqrt{l/2400}$ — для телефонных каналов высокой частоты на воздушных цепях;

$1{,}0\sqrt{l/2500}$ — для телефонных каналов высокой частоты на цепях симметричных кабельных линий.

В приведенных выражениях m — количество усилительных участков; l — фактическая протяженность линии; 400, 2400, 2500 — длины эталонных цепей связи.

Для высокочастотных каналов, организованных на коротких линиях сельской связи, пригородной и городской связи, пользуются временными нормами исходя из длины цепей.

Одним из способов снижения мешающего действия шумов является сжатие динамического диапазона уровня полезного сигнала на передающем конце и расширение его на приемном.

Контрольные вопросы

1. Какие основные элементы составляют однополосную четырехпроводную многоканальную систему связи?
2. Почему двухполосные двухпроводные системы связи имеют ограниченное применение на кабельных цепях?
3. Какие преимущества дает передача одной боковой полосы частот в линию без несущей?
4. Какие основные типы многоканальной аппаратуры применяются на воздушных и кабельных цепях?
5. В чем заключается принцип квантования импульсов?

ГЛАВА IX

МНОГОКАНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ПО ВОЗДУШНЫМ ЛИНИЯМ СВЯЗИ

§ 59. АППАРАТУРА В-2-2, В-3-3 и В-3-3с

Аппаратура В-2-2 является модернизированным вариантом аппаратуры типа В-2 и служит для организации соединительных линий между сельскими АТС и телефонными станциями ручного об-

служивания. Она позволяет уплотнять короткие воздушные стальные цепи двумя высокочастотными каналами (с сохранением на уплотняемой цепи канала тональной частоты) и предусматривает (в отличие от аппаратуры В-2) наличие промежуточных усилителей и АРУ.

Аппаратура может работать по параллельным цепям совместно с другими системами. При этом используется двухполосная двухпроводная система связи. В одном направлении по ней передается полоса частот 4,63—12,7 кГц, а в другом — 17,63—25,7 кГц. В линию передается только одна боковая полоса частот модулированного сигнала.

В спектре частот ниже 4 кГц может быть организован канал тональной частоты с шириной полосы пропускания 0,3—2,4 кГц по цепям из цветных металлов и 0,3—2,0 кГц — по стальным цепям.

Аппаратура В-3 применяется для уплотнения медных и биметаллических цепей. Модернизированным ее вариантом является аппаратура В-3-3, которая может работать как на биметаллических, так и на стальных цепях. Аппаратура В-3-3с предназначена для уплотнения стальных воздушных цепей и кабелей на телефонных сетях сельской связи. Система связи в этой аппаратуре — двухполосная двухпроводная; работает в диапазоне частот 4—31 кГц.

В аппаратуре В-3-3 организуется канал двухполосной служебной связи (ДПС) в спектре частот 0,3—2,94 кГц, причем по каналу в одном направлении передаются частоты 0,3—1,5 кГц, в другом — 1,74—2,94 кГц. Данный канал может быть использован для служебной телефонной связи или для вторичного уплотнения шестью двойными двусторонними каналами тонального телеграфа.

При объединении двух каналов с помощью аппаратуры вещания АВ-2/3 можно осуществить передачу вещательных программ по сдвоенному каналу.

Чтобы облегчить условия работы аппаратуры на параллельных цепях, провода которых подвешены на опорах общей столбовой линии, предусмотрены четыре варианта линейного спектра частот. Эти варианты отличаются друг от друга инверсией или сдвигом. Частотные полосы трех каналов ВЧ, используемые для передачи сигналов в одном направлении, занимают диапазоны частот примерно 4—12,6 кГц, а частотные полосы, предназначенные для передачи в обратном направлении, занимают диапазон частот 18—30 или 19—31 кГц.

Максимальная длина связи с аппаратурой В-3-3 по медным и биметаллическим цепям составляет 10 000 км, а по стальным цепям (при наличии одного ОУП и четырех НУП) — 150 км. Максимальная длина связи с аппаратурой В-3-3с при работе по кабелям равна около 55 км. Длина переприемного участка в аппаратуре В-3-3 составляет 2000—2500 км при максимальной длине усилительного участка 250 км. Длина усилительного участка в аппаратуре В-3-3с равна 10—40 км.

Наибольшее затухание цепи, допускаемое на усилительном участке для верхней частоты 31 кГц, равно 55 дБ при нормальных

условиях погоды и 72 дБ при особо тяжелых условиях погоды (гололед), а максимальное усиление аппаратуры НУП — 35 дБ.

Для обеспечения постоянства остаточного затухания аппаратура оконечных станций и ОУП снабжена устройствами двухчастотной АРУ. Для управления работой приборов АРУ используются контрольные частоты 4 и 16 кГц в нижней группе частот, 18 и 30 или 19 и 31 кГц в верхней группе частот в зависимости от используемого варианта линейного спектра.

Входное сопротивление аппаратуры со стороны линии и коммутатора составляет 600 Ом.

Коэффициент нелинейных искажений в канале ВЧ не превышает 2% при подаче на коммутаторные зажимы канала нулевого уровня. Напряжение собственного шума в точке с нулевым относительным уровнем составляет не более 0,5 мВ.

В аппаратуре В-3-3 применяется тональный вызов с частотой 2100 Гц по каналам ВЧ и с частотой 800 Гц по каналу ДПС. В аппаратуре В-3-3с для вызова используется частота 3825 Гц (вне канала ВЧ).

§ 60. СХЕМЫ ОКОНЕЧНЫХ И ПРОМЕЖУТОЧНЫХ СТАНЦИЙ СИСТЕМ В-3-3 и В-3-3с. ПРИНЦИП ОБРАЗОВАНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ГРУПП ЧАСТОТ И КАНАЛОВ

Система В-3-3 или В-3-3с представляет собой комплекс оборудования, состоящий из устройств универсальной трехканальной аппаратуры, собранной по групповому принципу, и устройств двухполосного канала связи индивидуального построения. При работе на цепях из цветных металлов, а также на стальных цепях значительной протяженности оконечные и промежуточные станции снабжаются приборами автоматической регулировки уровня АРУ.

В-3-3с имеет трехступенчатую систему преобразования частот, что позволяет относительно просто получать четыре различных варианта линейного спектра. Сначала токи разговорных частот трех каналов путем индивидуального преобразования переносятся в спектр частот 12—24 кГц. В первом групповом модуляторе с помощью несущей частоты 108 или 72 кГц спектр частот 12—24 кГц преобразуется в полосу частот 84—96 кГц. Эта полоса частот, поступив на вход второго группового модулятора, с помощью несущей частоты 100 кГц превращается в линейный спектр нижней группы частот 4—16 кГц или с помощью несущей частоты 117 или 115 кГц — в линейный спектр верхней группы частот соответственно 18—30 или 19—31 кГц.

Контрольные частоты для плоской и наклонной АРУ (4, 16, 18 и 30 или 19 и 31 кГц) выбраны совпадающими с несущими частотами каналов, что значительно упрощает генераторное оборудование оконечных станций. Чтобы получить необходимое значение контрольной частоты 4 и 16; 18 и 30; 19 и 31 кГц при любом варианте линейного спектра, крайние частоты 12 и 24 кГц подаются на вход двухступенчатого группового преобразователя.

Структурная схема оконечной станции системы В-3-3 показана на рис. 106. Индивидуальная часть схемы одинакова для всех трех каналов. Передаваемые по каналу разговорные токи поступают на двухпроводный вход канала через удлинитель *Удл1*, выключаемый из схемы при транзитном соединении канала, и затем на вход дифференциальной системы *ДС*; на этот вход также подключается приемник индукторного вызова *ПИВ*. Далее разговорные токи поступают на вход индивидуального преобразователя *ИП*. При поступлении индукторного вызова от абонента приемник индукторного вызова включает реле *Р1*, которое своими контактами подключает к преобразователю генератор тонального вызова *ГТВ*. В оборудовании аппаратуры В-3-3 предусмотрена возможность включения между дифференциальной системой и *ИП* сжимателя динамического диапазона *Сж* и разделительных фильтров *Д*-2,4, *К*-2,4, (*ДК*-2,4). При уменьшении передаваемой полосы частот телефонного канала до 2,4 кГц полоса частот от 2,4 до 3,4 кГц используется для включения аппаратуры четырех каналов тонального телеграфа. Чтобы предотвратить влияние перегрузки индивидуальной части тракта от пиковых значений разговорных токов, которые могут привести к искажениям в работе тонального телеграфа, в тракт передачи включается ограничитель амплитуд *Огр*. Если устройства выделения спектра частот для тонального телеграфа не используются, то включается удлинитель *Удл2*.

К индивидуальным преобразователям подаются несущие частоты 12, 16 или 20 кГц; соответственно разговорные частоты, поступившие на вход индивидуальных преобразователей, переносятся в спектр 12—24 кГц. Включенный на выходе преобразователя удлинитель *Удл3* позволяет регулировать уровень передачи в пределах 4±2 дБ.

Преобразованные разговорные токи с удлинителя *Удл3* через выравниватель фильтра *ФВ* поступают на полосовой фильтр *ПФ1*, выделяющий полосу частот каждого канала: для первого — 12,3—15,4 кГц, для второго — 16,3—19,4, для третьего — 20,3—23,4 кГц.

Дифференциальная система *ДС* обеспечивает одновременное включение и совместную работу фильтров трех каналов, а режекторный фильтр *РФ12* подавляет остатки несущей частоты 12 кГц, используемой в дальнейшем в качестве контрольной частоты *АРУ*. Контрольная частота подается в групповую дифференциальную систему *ДСГ*. Общий спектр частот 12—24 кГц поступает на вход первого группового модулятора *ГМ-1*, к которому подводится напряжение несущей частоты 72 (или 108) кГц и преобразуется в спектр 84,0—96,0 кГц, выделяемый полосовым фильтром *ПФ*. На входе этого фильтра полезный сигнал имеет величину около 43 дБ из-за затухания в индивидуальном оборудовании и в первом групповом преобразователе. Передача этого сигнала к последующим устройствам привела бы к дальнейшему его ослаблению и сделала бы его соизмеримым с уровнем шумов. Поэтому полезный сигнал подается на вспомогательный усилитель группового модулятора *УГМ1* с усилением около 13 дБ.

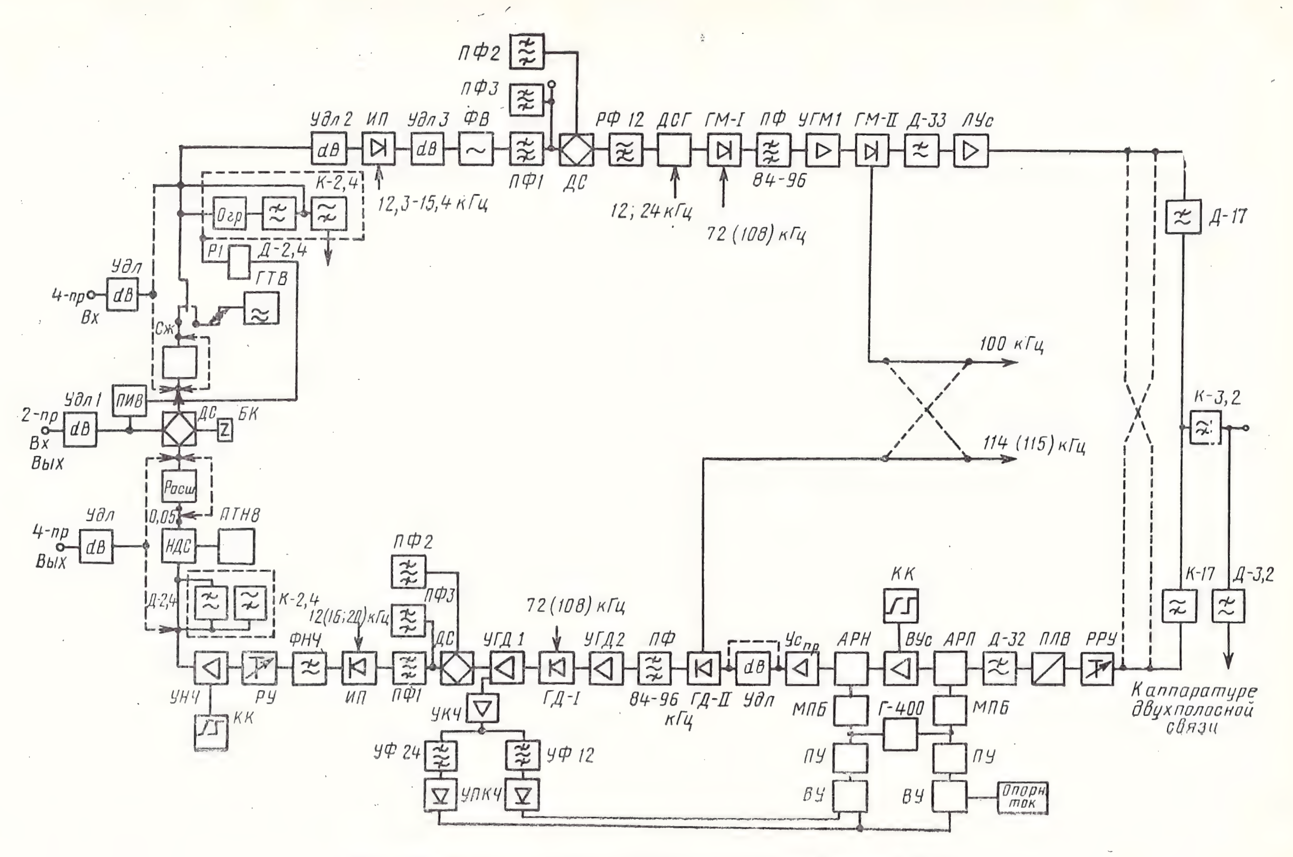


Рис. 106. Функциональная схема оконечной станции В-3-3

Усиленный сигнал с полосой частот 84—96 кГц поступает на вход второго группового модулятора *ГМ-II*, к которому подводится напряжение несущей частоты 100 или 114 (115) кГц. В результате преобразования получается один из вариантов линейного спектра частот. На выходе *ГМ-II* включен фильтр *Д-33*, выделяющий ток нижней боковой полосы частот и подавляющий остатки токов несущих частот, токи верхней боковой полосы частот и преобразуемой полосы 84—96 кГц. Подавление всех указанных побочных явлений необходимо для защиты линейного усилителя передачи *ЛУс* от перегрузок. С выхода усилителя через направляющий фильтр *Д-17,5* (или *Д-17*) и разделительный фильтр *К-3,2* передаваемая полоса частот поступает в линию.

С линии приходят токи с полосой частот 18—30 (19—31) кГц, которые выделяются направляющим фильтром *К-17*, и поступают на ручной регулятор уровня *РРУ*. Компенсация частотной зависимости затухания цепи достигается включением постоянного линейного выравнивателя *ПЛВ*, частотная характеристика затухания которого обратно пропорциональна частотной характеристике линии.

Для защиты группового тракта приема от перегрузок токами ВЧ, поступающими с других цепей или многоканальных систем, работающих на параллельных цепях, служит защитный фильтр нижних частот *Д-32*, не пропускающий частоты свыше 32 кГц.

Стабилизация остаточного затухания телефонных каналов и компенсация изменения амплитудно-частотных искажений достигается с помощью двухчастотной электротермомеханической автоматической регулировки уровня. Эта регулировка выполнена на двух переменных регуляторах *АРП* (регулятор плоской автоматической регулировки) и *АРН* (автоматический регулятор наклона), работой которых управляют контрольные частоты. *АРП* включен после фильтра *Д-32*, а *АРН* — после вспомогательного усилителя *ВУс*.

В групповом тракте приема необходимо иметь резерв усиления для работы в особо сложных метеорологических условиях (гололед, изморозь). Для этого после группового усилителя приема *Ус*пр установлен удлинитель *Удл* на 13 дБ, который выключается при увеличении затухания в линии. После удлинителя установлены две ступени группового преобразования (групповые демодуляторы *ГД-I*, *ГД-II*), аналогичные ступеням в тракте передачи. Они обеспечивают обратное преобразование линейного спектра 18—30 (19—31) кГц вначале в полосу частот 84—96 кГц (с помощью несущей частоты 114 или 115 кГц), а потом в спектр 12—24 (72 или 108 кГц). Назначение фильтра *ПФ* (84—96 кГц) и вспомогательного усилителя группового демодулятора *УГД2* в этом тракте аналогично назначению подобных устройств в тракте передачи. К выходу группового демодулятора *ГД-I* подключена развязывающая дифсистема *ДС* и усилитель контрольных частот 12 и 24 кГц. Через фильтр *ПФ1* первого канала в индивидуальный преобразователь *ИП* этого канала поступают токи с частотами 12,3—15,4 кГц. Преобразованная полоса частот 0,3—3,4 кГц выделяется фильт-

ром низких частот *ФНЧ* и усиливается после регулятора усиления *РУ* усилителем низкой частоты *УНЧ*. В цепь обратной связи этого усилителя включен корректирующий контур *КК*, компенсирующий искажения, вносимые предыдущими участками тракта.

На выходе усилителя низкой частоты при необходимости можно включить разделительные фильтры *ДК-2,4*, позволяющие использовать часть спектра канала для включения аппаратуры тонального телеграфирования.

С помощью специальной направленной дифференциальной системы *НДС* к приемному тракту подключается приемник тонального вызова и набора *ПТНВ*. При этом обеспечивается хорошая защита приемника от ложного срабатывания из-за помех со стороны коммутатора и токов тонального телеграфирования.

При включении в передающий тракт сжимателя *Сж* к приемному тракту присоединяется расширитель *Расш*.

Рассмотрим работу *АРУ* приемника. Контрольные частоты усиливаются после группового усилителя специальным усилителем контрольных частот *УКЧ* и выделяются узкополосными фильтрами *УФ12* и *УФ24*. Затем эти частоты (12 и 24 кГц) усиливаются и выпрямляются приемниками контрольных частот *УПКЧ*. Для плоской регулировки используется частота 24 кГц, ток которой после усиления и выпрямления сравнивается (во вспомогательном устройстве *ВУ*) с опорным током от местного стабилизированного источника тока. При неравенстве этих токов приборами управления *ПУ* запускается электродвигатель, питаемый частотой 400 Гц, направление вращения которого зависит от знака разности указанных токов. Электродвигатель, в свою очередь, вращает потенциометр, изменяя ток подогрева и, следовательно, сопротивление терморезисторов. Эти устройства на схеме объединены в моторно-потенциометрический блок *МПБ*.

Регулировка наклона осуществляется аналогичным образом с той лишь разницей, что в *ВУ* сравниваются выпрямленные токи контрольных частот 12 и 24 кГц. При неравенстве этих токов запускается электродвигатель, изменяющий ток подогрева терморезистора в цепи регулятора наклона группы нижних или верхних частот до обеспечения равенства уровней контрольных токов на выходе тракта приема (на выходе *УГД1*).

Аппаратуру оконечной станции системы В-3-3 иногда обозначают ОВ-3-3.

На рис. 107 приведена функциональная схема промежуточной обслуживаемой усилительной станции ПВ-3-3. Автотрансформаторы $АТр_А$ и $АТр_Б$ служат для согласования входного сопротивления аппаратуры с воздушной или кабельной линией. Фильтры *К-3,2* и *Д-3,2* отделяют полосу частот ниже 3 кГц, а *К-17* и *Д-17* являются направляющими для верхней и нижней групп частот каналов ВЧ. В схему станции входят также ручные регуляторы уровня *РРУ*, постоянные линейные выравниватели *ПЛВ*, удлинители *Удл*, буферный *БУс*, вспомогательный *ВУс* и линейный *ЛУс* усилители, а также усилители приема $Ус_{пр}$. Между *ЛУс* и $Ус_{пр}$ стоят удлинители,

которые выключаются при неблагоприятных условиях погоды. К выходам линейных усилителей через понижающий трансформатор *ТУФ* подключены два узкополосных фильтра *УФ*, выделяющие токи контрольных частот. Эти токи после усиления и выпрямления в *УПКЧ* управляют работой моторно-потенциометрических блоков регулятора плоской автоматической регулировки *АРП* и автоматического регулятора наклона *АРН*.

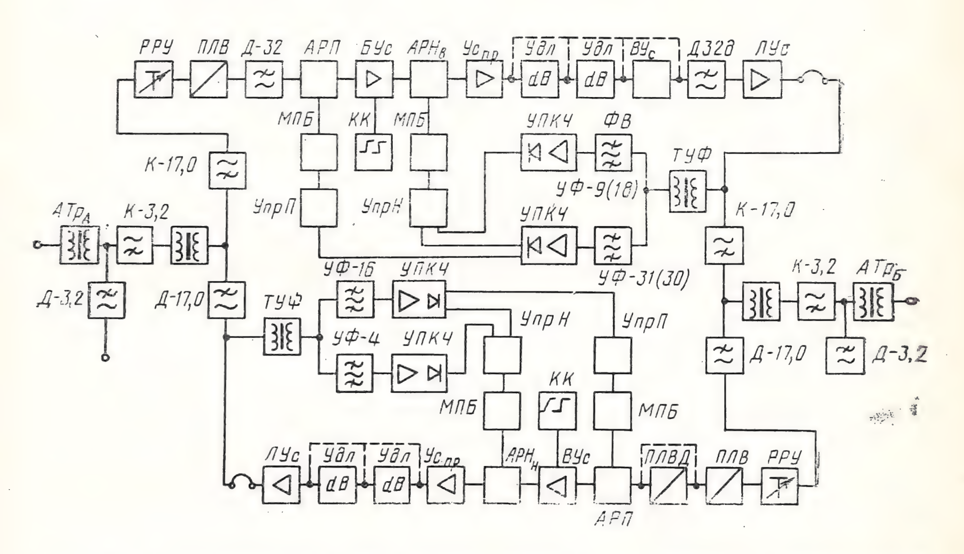


Рис. 107. Функциональная схема промежуточной обслуживаемой усилительной станции ПВ-3-3

В тракт усиления верхней группы частот включен фильтр *Д-32*, который предотвращает перегрузку усилителей токами с частотами выше 32 кГц. Для этой же цели включен и дополнительный фильтр *Д-32д* на входе линейного усилителя.

В тракт усиления нижней группы частот включен дополнительный постоянный выравниватель *ПЛВД*, корректирующий частотные искажения, вносимые стальными цепями в диапазоне частот 4—16 кГц. Верхние частоты корректировать не нужно. Для верхних и нижних групп частот применяются различные по схеме автоматические регуляторы наклона *АРН* (*РН—Н* — нижних частот или *РН—В* — верхних частот и узкополосные фильтры *УФ-4*, *УФ*-16), причем частота 4 кГц используется для управления регулятором наклона, а частота 16 кГц — для *АРП*. К выходу усилителя верхней группы подключаются узкополосные фильтры *УФ-9* и *УФ-31* (или *УФ-18* и *УФ-30* — в зависимости от используемого варианта линейного спектра). Плоская регулировка осуществляется верхней контрольной частотой 30 или 31 кГц.

Необслуживаемый усилительный пункт имеет два тракта передачи, в каждый из которых включены линейные усилители *ЛУс-У*

уровня, постоянные линейные выравниватели *ПЛВ*, регуляторы уровня ОУ, регуляторы наклона РН-Н и РН-В, а также фильтры *Д* и *К*. Возможность упрощения этих элементов объясняется меньшим максимальным усилением НУП в каждом из направлений по сравнению с ОУП, т. е. меньшей выходной мощностью усилителей и меньшим затуханием фильтров. В тракте усиления верхней группы частот находится «фильтр-крыша» *Д-3,2*, защищающий усилитель от перегрузки высокочастотными помехами.

Аппаратура В-3-3с разработана, как уже говорилось, на базе аппаратуры В-3-3.

Оконечные станции имеют двухчастотную и плосконаклонную АРУ с уровнем усиления на выходе +16 дБ; промежуточные станции не имеют АРУ и их уровень усиления +4,35 дБ. Между двумя оконечными станциями включается не более двух промежуточных станций.

Дальность телефонирования по стальной цепи с проводами диаметром 4 мм при включении двух промежуточных станций составляет 75 км, а по кабелю ВТСП — 54 км.

В системе предусмотрено применение устройств, обеспечивающих подавление шумов в телефонных каналах примерно на 16 дБ, что позволяет в отдельных случаях увеличивать длину усилительных участков. Для увеличения дальности также предусматривается применение необслуживаемых усилительных пунктов без АРУ.

Схема дифференциальной системы с приемником индукторного вызова оконечной станции ОВ-3-3 показана на рис. 108.

Дифференциальная система состоит из дифференциального трансформатора *Тр1*, автотрансформатора *Тр2* и балансного контура, в состав которого входят резистор *R* и конденсаторы *С2* и *С3*. Подключением конденсатора *С3* можно изменять сопротивление балансного контура в зависимости от входного сопротивления линии. Автотрансформатор *Тр2* обеспечивает входное сопротивление дифсистемы со стороны приемника (от *ДС3*), равное 600 Ом. Удлинитель *Удл2* с затуханием около 4 дБ создает необходимую величину затухания с выхода приемника, а удлинитель *Удл1* на входе к передатчику.

Индукторный вызов частотой 15—50 Гц через нормально замкнутые контакты *Р1′* и *Р1″* реле *Р1* поступает к приемнику индукторного вызова *ПИВ*. Конденсатор *С1* имеет большое сопротивление для токов индукторного вызова, поэтому они на вход дифсистемы почти не поступают.

Входная цепь *ПИВ* состоит из ограничивающих резисторов *R1* и *R2* сопротивлением по 6 кОм каждый и выпрямительного моста *ВМ*. Транзистор *Т1* нормально закрыт напряжением смещения, снимаемым с делителя *R4—R5* и подаваемым на его базу через резистор *R3*. При поступлении от междугородной телефонной станции переменного вызывного тока последний выпрямляется мостом: минус выпрямленного напряжения подается на базу, а плюс через резистор *R4* — на эмиттер. При этом транзистор *Т1* открывается. Реле *Р2*, включенное в коллекторную цепь транзистора *Т2* через

контакт реле *Р*, срабатывает и замыкает контакты ***Р2″*** и ***Р2‴***, которыми подключается тракт передачи к генератору тонального вызова *ГТВ*. Одновременно замыкается контакт *Р2′*, который блокирует приемник тонального вызова и набора *ПТНВ*.

При выключении напряжения индукторного вызова реле *Р2* отпускает якорь и разговорные токи проходят с линии к тракту передачи через дифсистему и попадают на вход *ВМ* через резисторы *R1* и *R*; для отпирания транзистора *Т1* этого напряжения недостаточно и реле *Р2* не срабатывает.

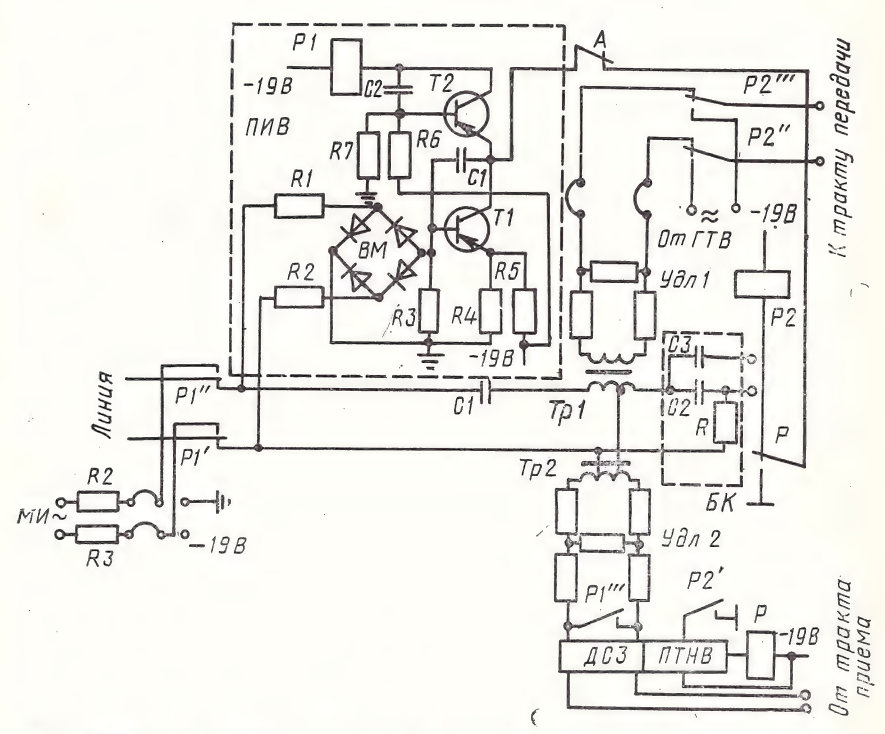


Рис. 108. Схема дифференциальной системы с приемником индукторного вызова оконечной станции ОВ-3-3

При приеме вызова приемником *ПТНВ* в нем срабатывает реле *Р* и подключает заземленный провод к эмиттеру транзистора *Т2*. Последний открывается и создает цепь для возбуждения реле *Р1*. Контактами *Р1′* и *Р1″* этого реле в линию подается переменное напряжение вызова от машинного индуктора *МИ* или от источника постоянного тока напряжением —19 В. Одновременно для предотвращения возможности генерации канала (вследствие отключения от него нагрузки) контактом *Р1‴* замыкается вход в дифсистему со стороны тракта приема.

Таким образом, при замкнутом контакте реле *Р* создается цепь питания реле *Р2* (в момент поступления напряжения вызова с ли-

нии), а при срабатывании реле *P* замыкается цепь питания реле *P1*.

Для работы оконечной станции системы В-3-3с в транзитных пунктах используется дифсистема, выполненная на дифференциальных трансформаторах в двух вариантах: ДС2Т — для двухпроводных транзисторных соединений (на декадно-шаговых АТС) и ДС4Т — для четырехпроводных транзисторных соединений (на координатных АТС).

Приемник индукторного вызова ПИВ аппаратуры В-3-3с построен по такой же схеме, как и в аппаратуре В-3-3. Он используется в том случае, если телефонный канал работает в двухпроводном режиме и включен в станцию ручного обслуживания.

§ 61. АППАРАТУРА ВО-3-2

Трехканальная аппаратура высокочастотного телефонирования ВО-3-2, выпускаемая в Венгерской Народной Республике, предназначена для уплотнения медных и стальных цепей воздушных линий связи. Это двухполосная двухпроводная система связи. Каждый телефонный канал имеет эффективно передаваемую полосу частот 0,3—3,4 кГц.

Линейный диапазон частот, используемый для передачи трех каналов от станции А к станции Б, составляет 4—16 кГц, а в обратном направлении — 18—31 кГц. В аппаратуре предусмотрено четыре варианта линейного диапазона частот, которые могут быть использованы в зависимости от того, есть ли другие цепи этой аппаратуры на данной воздушной линии связи или нет.

Кроме трех высокочастотных телефонных каналов и канала тональной частоты данная система позволяет организовать три или четыре канала тонального телеграфирования вне диапазона работы телефонных каналов (3,14—3,62 кГц в нижней части линейного спектра и 18,14—18,62 или 30,08—30,56 кГц в верхней части линейного спектра). При скорости телеграфирования 50 Бод частотная полоса каждого телеграфного канала составляет 120 Гц, а при скорости телеграфирования 75 Бод — 180 Гц. В первом случае в указанных диапазонах частот можно организовать четыре телеграфных канала, во втором — три.

В системе ВО-3-2 предусмотрена возможность передачи тонального вызова (набора) по специальному сигнальному каналу как в разговорной полосе частот, так и вне ее.

Эта система позволяет перекрыть между двумя оконечными станциями на верхней передаваемой частоте 31 кГц затухание до 65 дБ. Таким образом при уплотнении медной цепи диаметром 3 мм в неблагоприятных метеоусловиях длина усилительного участка может доходить до 200 км, а при уплотнении стальных цепей диаметром 4 мм — до 25 км.

С применением усилительных обслуживающих станций ВО-3-2 можно организовать связь на расстоянии 2500 км (по медным цепям). Между двумя ОУП желательно устанавливать не более двух необслуживаемых усилительных пунктов НУП с дистанционным

питанием ВО-3-2. Конструкция НУП позволяет монтировать их на столбах, в подземных бункерах или на стенах помещений станций.

Аппаратура ВО-3-2 построена по блочному принципу и выполнена полностью на полупроводниковых приборах с печатными платами.

Построение оконечной станции системы ВО-3-2 аналогично системе В-3-3.

Разговорные токи от абонента поступают на низкочастотный вход оконечной станции. Для каждого канала предусматривается как двухпроводный, так и четырехпроводный вход. В первом случае сигнал телефонного разговора поступает на дифсистему. При необходимости после дифсистемы включается шумоподавляющее устройство. Далее следует ограничитель амплитуд, защищающий тракт передачи от перегрузок, а за ним фильтр нижних частот, препятствующий попаданию в канал всех посторонних частот, лежащих за пределами верхней частоты канала 3400 Гц. После этого сигнал через регулируемый усилитель попадает на вход дифференциального трансформатора, к другому входу которого подключена цепь тонального вызова (набора). Подача сигналов вызова или набора в канал осуществляется от специального реле, управляемого импульсами постоянного тока, поступающими от коммутатора (абонента). После дифтрансформатора установлен фильтр верхних частот, защищающий канал от попадания в него индукторных токов от коммутатора.

Телефонный разговор вместе с сигналом вызова поступает на канальный модулятор, выполненный по кольцевой схеме. С помощью несущей частоты 12, 16 или 20 кГц (в зависимости от номера канала) сигнал переносится в спектр 12—24 кГц. За модулятором включен полосовой фильтр, обеспечивающий прохождение только верхней боковой полосы частот и подавление несущей и нижней полосы частот.

Выходы всех трех полосовых фильтров, образующих предгруппу, соединены параллельно (в В-3-3 второй канал подключается через дифсистему).

Полоса частот трех каналов 12—24 кГц поступает на вход предгруппового модулятора, с которого начинается групповая часть оконечной станции. С помощью несущей частоты 72 или 108 кГц (в зависимости от направления передачи) трехканальная группа преобразуется в полосу частот 84—96 кГц с прямым или обратным расположением спектра. Далее в схему включен полосовой фильтр 84—96 кГц, а за ним дифференциальный трансформатор, на второй вход которого подключаются телеграфные каналы, работающие вне спектра полосы частот телефонных каналов. После дифтрансформатора последовательно включены: линейный усилитель передачи, регулируемый удлинитель, второй дифтрансформатор (с его помощью вместо трех телефонных каналов может быть включена аппаратура канала вещания), третий дифтрансформатор, позволяющий подключать к тракту передачи контрольные частоты. Следу-

ющий затем второй групповой модулятор преобразует полосу частот 84—96 кГц в линейный спектр. В зависимости от варианта спектра и направления передачи к модулятору подключаются несущие частоты 100, 114 или 115 кГц.

После второго группового модулятора включены вспомогательный усилитель и выходной усилитель передачи, поднимающий уровень сигнала до 17,5 дБ (к выходу последнего подключены направляющие фильтры), а потом — согласующий с линией трансформатор.

В обратном направлении, в приемной части оконечной станции схема аппаратуры подобна рассмотренной.

Передача сигналов вызова в аппаратуре ВО-3-2 может осуществляться двумя способами: частотой 2100 Гц, лежащей в разговорной полосе канала, или частотой 3825 Гц — по специальному сигнальному каналу. На передающем конце сигнал тонального вызова может управлять сигналами как переменного, так и постоянного токов, что позволяет осуществлять передачу импульсов набора. На приемном конце сигналы вызова (набора) выделяются приемником тонального вызова (набора), включенным на выходе усилителя тональной частоты и настроенным на частоту 2100 или 3825 Гц.

Принцип построения обслуживаемой и необслуживаемой станций системы ВО-3-2 один и тот же, за исключением того, что необслуживаемая станция не имеет устройства АРУ и ее входной уровень меньше. Для необслуживаемых станций предусмотрено дистанционное питание постоянным током 40 мА напряжением 40 В.

§ 62. УСТРОЙСТВА ПЕРЕДАЧИ И ПРИЕМА СИГНАЛОВ НАБОРА НОМЕРА И ВЫЗОВА. КОМПЛЕКТАЦИЯ АППАРАТУРЫ СИСТЕМ В-3-3 и В-3-3с

Для передачи вызова по каналам аппаратуры В-3-3 служит генератор тонального вызова ГТВ. Он представляет собой генератор автоколебаний с индуктивной обратной связью, смонтированный на транзисторе. Мощность генератора достаточна для посылки вызова одновременно по шести каналам.

Схема приемника тонального набора и вызова показана на рис. 109. В нее входит дифференциальный трансформатор *Тр1*, усилитель переменного тока, выполненный на транзисторах *КТ1* и *КТ2*, избирательная система, состоящая из контуров *L1 — С3* и *L2 — С4* и выпрямительных мостов *ВМ1* и *ВМ2*, а также усилитель постоянного тока, выполненный на транзисторах *КТ3* и *КТ4*, нагрузкой которого служит реле *Р*.

Дифференциальный трансформатор защищает ПТНВ от мешающего воздействия токов, проходящих со стороны коммутатора (или междугородной АТС). Зажимы *1—2* подсоединяют трансформатор к удлинителю *Удл2*, а *3—4* — к выходу усилителя низкой частоты. Сопротивление резистора *R1* равно выходному сопротивлению УНЧ, поэтому при поступлении от *ДС* токов помех на полуобмотках трансформатора *Тр1* будут одинаковые по величине и раз-

ные по знаку напряжения, так что на вход транзистора *КТ1* напряжение не попадает. Этот дифференциальный трансформатор с резистором *R1* на схеме ОВ-3-3 (см. рис. 108) обозначен *ДС-3;* он вносит затухание около 1 дБ.

Усилитель переменного тока выполнен на транзисторах по схеме с общим эмиттером и реостатно-емкостной связью между каскадами. Резисторы *R3 — R2* образуют делитель для подачи напряжения смещения на базу *КТ1,* что обеспечивает ограничение вызывных сигналов с номинальным уровнем напряжения. Это сделано для того, чтобы создать примерно одинаковые условия работы избирательной системы и усилителя постоянного тока при довольно значительных колебаниях уровня вызывного тока. Для этой же цели в обоих каскадах (*R4* в первом каскаде и *R9* во втором) имеется обратная отрицательная связь, которая стабилизирует выходной уровень сигнала. В качестве нагрузки второго каскада используется трансформатор *Тр2.* Конденсатор *С2* предназначен для подавления гармоник вызывного тока, возникающих при ограничении вызывного сигнала.

К трансформатору *Тр2* подключены два резо-

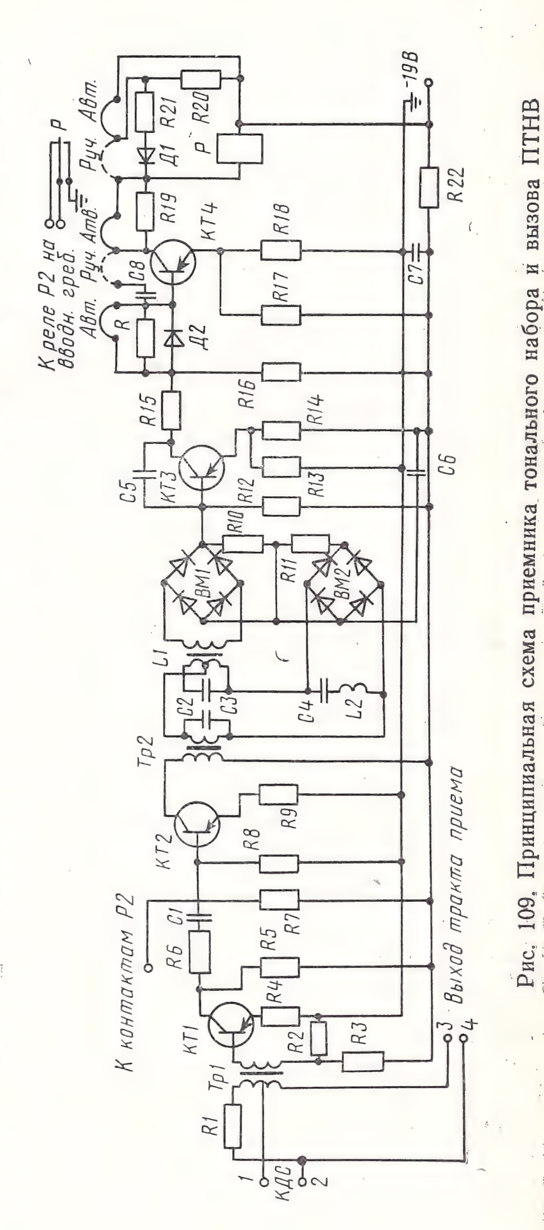


Рис. 109. Принципиальная схема приемника тонального набора и вызова ПТНВ

нансных контура (*C3—L1* рабочий и *C4—L2* защитный), настроенных на вызывную частоту 2100 Гц. На контуре *C3—L1,* а следовательно, и на нагрузке выпрямительного моста *BM1* (резистор *R10*) создается значительное напряжение, а на контуре *C4—L2* и на его нагрузке *BM2* (резистор *R11*), наоборот, минимальное напряжение. При поступлении на вход приемника разговорных токов, отличных от частоты 2100 Гц или имеющих эту частоту, но с небольшим уровнем, что бывает при разговоре, напряжение на резисторе *R11* возрастает, а на резисторе *R10* уменьшается. Разность этих напряжений подается на вход усилителя постоянного тока, каскады которого заперты отрицательным напряжением, подаваемым с помощью делителей *R14—R13* на эмиттер *KT3* и *R17—R18* на эмиттер *KT4*. При поступлении вызывного тока на базу *KT3* подается положительное напряжение и транзистор открывается. Одновременно открывается транзистор *KT4* и срабатывает реле *P,* включенное в его коллекторную цепь.

При прохождении по каналу сигнала частоты, отличающейся от вызывной более чем на ±100 Гц, или нескольких различных частот (среди которых может быть и вызывная) напряжение, подаваемое на базу транзистора *KT3*, создает запирающую полярность (плюс приложен к базе, а минус — к эмиттеру), что предотвращает ложные срабатывания приемника от разговорных токов. Делители напряжения *R14—R13* и *R17—R18* также повышают порог срабатывания приемника *ПТНВ*, понижая его чувствительность к слабым вызывным сигналам или, другими словами, увеличивая его защищенность от ложных срабатываний.

Конденсатор *C5* сглаживает пульсации выпрямленного напряжения вызывного сигнала, а диод *Д2* и резистор *R21* улучшают работу реле *P*.

Для повышения помехозащищенности приемника при ручном обслуживании канала в схеме приемника предусмотрены элементы для замедления срабатывания. Это достигается включением конденсатора *C8* в цепь обратной связи транзистора *KT4* (между коллектором и базой), а также уменьшением тока в реле *P* при открытом транзисторе *KT4* (включением резистора *R19*). Для сохранения длительности вызывных посылок при передаче импульсов набора в цепь базы транзистора *KT4* включается диод *Д1*, шунтируемый резистором *R*.

В схему приемника входит также фильтр питания *C7—R22*, защищающий другие блоки аппаратуры от вызывных токов, которые могли бы пройти в них через общий источник тока напряжением 19 В.

В аппаратуре системы В-3-3с передача и прием вызова, а также посылка всех сигналов взаимодействия с АТС осуществляется по специальному сигнальному каналу, которым снабжен каждый разговорный канал. Передатчик сигнального канала вырабатывает три сигнальные частоты — 15,825; 19,825 и 23,825 кГц, необходимые для посылки вызова и набора соответственно по 1, 2 и 3-му сигнальным каналам. Передатчик включает в себя генератор сиг-

нальных каналов, общий для всех трех каналов генератор тока с частотой 3825 Гц и три индивидуальных передатчика сигнальных каналов. Каждый передатчик преобразовывает частоту 3825 Гц с помощью индивидуальных несущих частот 12, 16 и 20 кГц в линейные сигнальные частоты 15,825; 19,825 или 23,825 кГц.

В схему приемника сигнального канала включены системы резонансных контуров, усилители и модулятор, составляющие групповую часть приемника, и индивидуальные для каждого канала усилители постоянного тока, в выходные каскады которых входят реле, включающие местные источники вызывного тока.

Аппаратура В-3-3 и В-3-3с размещается в шкафах габаритами соответственно 2600×650×250 и 2150×650×250 мм на стойках из облегченных металлических каркасов. С лицевой стороны шкафа имеются поддоны для установки и включения в схему блоков аппаратуры. Блоки с поддонами соединяются с помощью штепсельных вилок (каждая вилка на 8 соединений).

НУП системы В-3-3 или В-3-3с размещаются в прямоугольном металлическом ящике размерами 325×295×560 мм и предназначены для установки в отапливаемых и неотапливаемых помещениях. Кожух НУП выполнен с резиновым уплотнителем для предохранения размещенного в нем оборудования от попадания влаги.

В системы В-3-3 и В-3-3с входит перечисленное ниже оборудование.

1. Оконечная станция для цепей из цветных металлов ОВ-3-3цв. На одной стойке могут быть установлены две оконечные станции и оборудование канала ДПС. В состав станции входит: питающее устройство для преобразования переменного напряжения 127/220 В в постоянный ток напряжением 24 В; автотрансформатор АТ для согласования входного сопротивления аппаратуры, равного 600 Ом, с кабельными или стальными цепями; фильтр-выравниватель ВУС-12 для компенсации амплитудно-частотных искажений в диапазоне от 31 кГц; измерительный прибор П-321.

2. Оконечная станция для стальных цепей ОВ-3-3ст, которая состоит из питающего устройства, автотрансформатора, компандерных устройств и измерительного прибора П-321.

3. Универсальная усилительная станция для уплотнения стальных или из цветных металлов цепей ПВ-3-3. Станция включает: питающее устройство, автотрансформатор, фильтр-выравниватель ВУС-12, узкополосные фильтры УФ-18 и УФ-30, а также измерительный прибор П-321.

4. Необслуживаемый усилительный пункт с оборудованием для передачи и преобразователем напряжения, устанавливаемыми на обслуживаемых станциях.

5. Комплекты блоков развития оконечных станций для цепей из цветных металлов и стальных ОВ-3-3рцв. и ОВ-3-3рст. Собираются, как и ОВ-3-3цв и ВО-3-3ст, но без прибора П-321 и генераторного оборудования.

6. Комплект развития промежуточной станции ПВ-3-3Р, который аналогичен ПВ-3-3, но не имеет прибора П-321.

7. Оборудование двухполосной служебной связи, устанавливаемое на обслуживаемых станциях (на оконечной — один комплект, на промежуточной — два).

8. Оконечная станция для уплотнения стальных цепей и кабелей марки ВТСП и ПРППМ — ОВ-3-3с. На стойке могут быть установлены две станции.

9. Комплект блоков развития оконечной станции ОВ-3-3с — ОВ-3-3ср. Упрощенная оконечная станция (без АРУ) — ОВ-3-3су.

На одной стойке может быть установлено две станции.

§ 63. АППАРАТУРА В-12-2, В-12-3 и ВО-12-3

Аппаратура В-12-2 является усовершенствованным вариантом выпускавшейся ранее аппаратуры В-12. Она предназначена для уплотнения воздушных двухпроводных цепей с проводами из цветных металлов диаметром 3,5—4 мм и рассчитана для совместной работы с аппаратурой В-3-3. Это дает возможность осуществлять по одной общей паре проводов 16 одновременных телефонных разговоров (с учетом канала тональной частоты).

В одном направлении передачи используется диапазон частот от 36 до 84 кГц (нижняя группа частот), в обратном — от 92 до 143 кГц (верхняя группа частот).

При уплотнении нескольких параллельных цепей, расположенных на общей линии, применяют аппаратуру с различными, не совпадающими между собой линейными спектрами. Этим снижаются возможные взаимные помехи между телефонными каналами параллельных цепей. Для аппаратруы В-12-2 предусмотрены четыре варианта линейного спектра.

В индивидуальную часть аппаратуры В-12-2 входит стандартный 12-канальный блок, преобразующий тональные спектры всех 12 разговорных каналов в спектр высоких частот, занимающий диапазон от 60 до 108 кГц. Спектр состоит из 12 нижних боковых полос с несущими частотами от 64 до 108 кГц с интервалами между ними 4 кГц. Для выделения боковых частот в индивидуальных преобразователях 12-канального блока применены полосовые кварцевые фильтры с крутыми частотными характеристиками затухания.

Преобразование этого спектра в передаваемый по линии линейный спектр (36—84 или 92—143 кГц) и обратно происходит в групповых преобразователях частоты. Поэтому в аппаратуре В-12-2 две ступени преобразования.

Индивидуальные преобразователи 12-канального блока (модуляторы и демодуляторы) — модемы собраны на полупроводниковых диодах, включенных по мостовой схеме, а групповые преобразователи — на диодах, включенных по кольцевой схеме.

В усилителях применена отрицательная обратная связь, благодаря чему возможность возникновения в них частотно-амплитудных и фазовых искажений сведена к минимуму. Кроме того, ее наличие обеспечивает высокое постоянство усиления при изменении напряжения источников питания и сводит к минимуму уровень внутренних шумов.

Питание блоков аппаратуры токами несущих и контрольных частот производится от генераторного оборудования, рассчитанного на десять систем. Несущие частоты для индивидуальных преобразователей частоты 12-канального блока при любом варианте всегда одни и те же, а для групповых преобразователей — различны в зависимости от выбранного варианта линейного спектра.

Усиление в системе В-12-2 осуществляется автоматической двухчастотной электромеханической регулировкой. В линию передаются контрольные частоты 80 и 40 кГц в направлении Б — А и 92 и 143 кГц в направлении А — Б. Первые из этих частот управляют плоской, а вторые — наклонной регулировкой уровня. Для плавности регулировки используются конденсаторы переменной емкости, причем для осуществления наклонной регулировки включаются специальные выравнивающие контуры. Ротор конденсатора вращается от электродвигателя, управляемого релейной схемой, подключенной к приемнику контрольного канала.

Оконечные и усилительные станции аппаратуры В-12-2 компенсируют затухание участка линии, равное примерно 70 дБ при частоте 143 кГц. Такое затухание соответствует участку воздушной линии с медными проводами диаметром 4 мм при наличии изморози 20 мм. Кроме того, в аппаратуре предусмотрена возможность дополнительного скачкообразного увеличения усиления на 4,3 дБ в нижней группе и на 7 дБ в верхней группе частот.

Аппаратура системы В-12-2 обеспечивает устойчивую связь с большим числом усилительных участков и допускает до четырех переприемов; дальность связи может достигать 10 000 км. Длина каждого переприемного участка не должна превышать 2000 км. Переприемным участком называется часть уплотненной линии связи между двумя оконечными станциями.

На любой промежуточной станции системы В-12-2 может быть установлена стойка аппаратуры для выделения из системы по четыре телефонных канала в обе стороны от промежуточной станции. Выделяемыми являются каналы 9, 10, 11, 12, занимающие полосу частот 68—84 кГц в нижней группе и 92—108 — в верхней. Включение этой аппаратуры практически не изменяет характеристики сквозных (невыделяемых) каналов.

Для тональных вызовов применяется частота 2100 Гц, получаемая от генератора, установленного на оконечной станции.

Аппаратура В-12-2 получает питание от источников тока с напряжением 21,2 и 206 В ($\pm 3\%$).

Структурная схема оконечной станции системы В-12-2 показана на рис. 110. Разговорные токи, поступающие от коммутатора или АТС, попадают на дифсистему *ДС*. В тракт передачи постоянно включен ограничитель амплитуд, размещенный с дифсистемой в одном блоке. Затем эти токи подвергаются первому (индивидуальному) преобразованию в модуляторе *Мод* и переносятся в спектр частот 60—108 кГц. Модулятор и демодулятор также размещены в одном устройстве (модеме) и питаются одной несущей частотой.

На выходе модулятора включен кварцевый полосовой фильтр *ПФ*.

Далее следуют групповые устройства передачи. Режекторный фильтр *РФ* служит для подавления остатков несущих частот на выходе индивидуальных преобразователей частоты. После первого группового преобразователя передачи *ГП-I*пер, к которому подается несущая частота 340 кГц, и группового полосового фильтра *ГПФ* получаем полосу частот 400—448 кГц. Промежуточный усилитель передачи *Ус*пер усиливает сигнал этой полосы частот, подаваемый на второй групповой преобразователь *ГП-II*пер и групповой фильтр нижних частот *Д-200*. На выходе *ГП-II*пер выделяется необходимая полоса частот 36—84 (для станции *Б*) или 92—143 кГц (для станции *А*). Далее на станции *А* в цепь включены групповой выравниватель *ГВ*пер, фильтр верхних частот *К-77*, пропускающий частоты выше 77 кГц, и линейный усилитель *ЛУс*. После линейных фильтров *К-88* и *К-33* групповой сигнал поступает на согласующее устройство (трансформатор) и далее в линию.

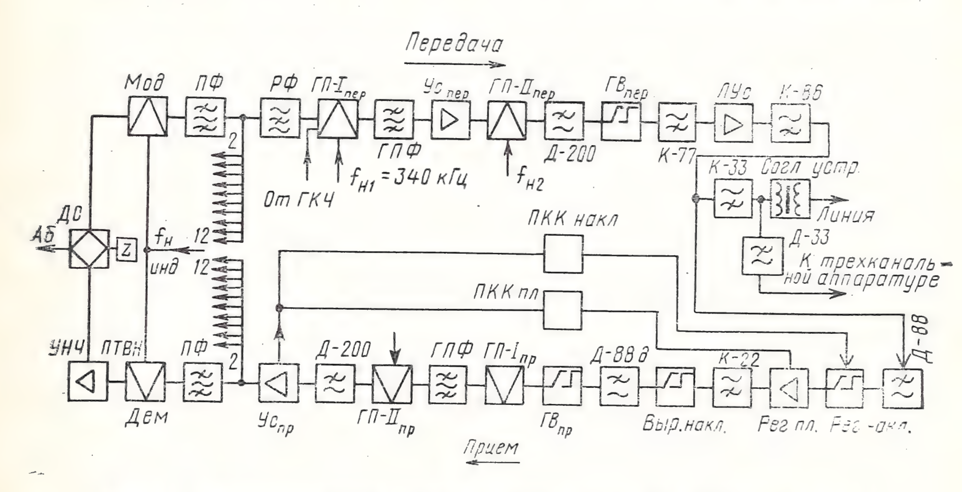


Рис. 110. Функциональная схема оконечной станции аппаратуры В-12-2

Рассмотрим основные блоки приемной части аппаратуры. Поступающие с линии токи проходят через фильтр верхних частот *К-33* и направляющий фильтр *Д-88*, а затем попадают в групповые устройства приема. Здесь последовательно включены: устройства для автоматической регулировки уровня, фильтр верхних частот *К-22*, выравниватель наклона *Выр. накл.*, дополнительный фильтр *Д-88*, групповой выравниватель тракта приема *ГВ*пр, первый групповой преобразователь тракта приема *ГП-I*пр со своим полосовым фильтром ГПФ, второй групповой преобразователь тракта приема *ГП-II*пр, групповой фильтр нижних частот *Д-200* и групповой усилитель тракта приема *Ус*пр.

Основной и дополнительный фильтры *Д-88*, *Д-88д*, а также *К-22* служат для подавления токов с частотами, лежащими вне спектра приема. Групповые выравниватели тракта приема корректируют частотно-амплитудные искажения, вносимые линейными, направляющими и другими фильтрами.

На оконечной станции *Б* дополнительно к рассмотренному групповому оборудованию включен «фильтр-крыша» *Д-153*, защищающий каналы от помех, наводимых длинноволновыми радиостанциями.

С усилителя приема разговорные токи в полосе частот 60—108 кГц поступают на полосовые кварцевые фильтры *ПФ* индивидуальных преобразователей приема (демодуляторов) *Дем.* С выхода демодулятора тональные частоты попадают на вход усилителя низкой частоты *УНЧ* и совмещенного с ним в одном блоке приемника тонального набора и вызова *ПТНВ*. В схему оконечной станции включен испытательный усилитель (на рисунке не показан), позволяющий подключить передающую ветвь индивидуальной части аппаратуры (вход модулятора) к приемной части (выход *УНЧ-ПТНВ*) и тем самым проверить работу индивидуального оборудования каждого канала «на себя».

Оконечное оборудование аппаратуры В-12-2 состоит из стойки индивидуального оборудования СИО-24 на 24 канала и стойки группового оборудования СГО и размещается на двух стандартных стойках размерами 646×2500 мм.

При комплектовании двух оконечных станций стойку СИО-24 объединяют с двумя стойками СГО. В этом случае оконечное оборудование для двух систем разместится на трех стойках. Модернизированная стойка СИО-24п рассчитана на использование и в других многоканальных высокочастотных системах передачи.

Промежуточные станции ПВ-12-2, устанавливаемые вместе с аппаратурой усилительных трактов трехканальной системы, называются *основными*. Применяются также *вспомогательные* усилительные станции, в частности ВУС-12, включаемые в работу при образовании на проводах воздушной линии изморози или гололеда большой толщины, что сильно увеличивает затухание цепи.

На рис. 111 приведена функциональная схема промежуточной станции ПВ-12-2 (без линейных фильтров *ДК-2,8*, служащих для выделения канала тональной частоты), а на рис. 112 — функциональная схема аппаратуры выделения каналов.

Как уже указывалось, на промежуточной станции можно выделить четыре канала (с 9-го по 12-й) для связи с обеими оконечными станциями, по четыре с каждой стороны; остальные восемь каналов будут проходить через данную промежуточную станцию транзитом.

Аппаратура выделения каналов подключается между выходом выравнивателя $ГВ_{А-Б}$ и входом *ЛУс* и между выходом выравнивателя $ГВ_{Б-А}$ и входом *ЛУс* другого направления (см. рис. 111). В обоих направлениях передачи построение трактов для групп из восьми каналов, проходящих транзитом, одинаково (см. рис. 112). После дифсистемы *ДС-1* (или *ДС-2* для направления *Б — А*) вклю-

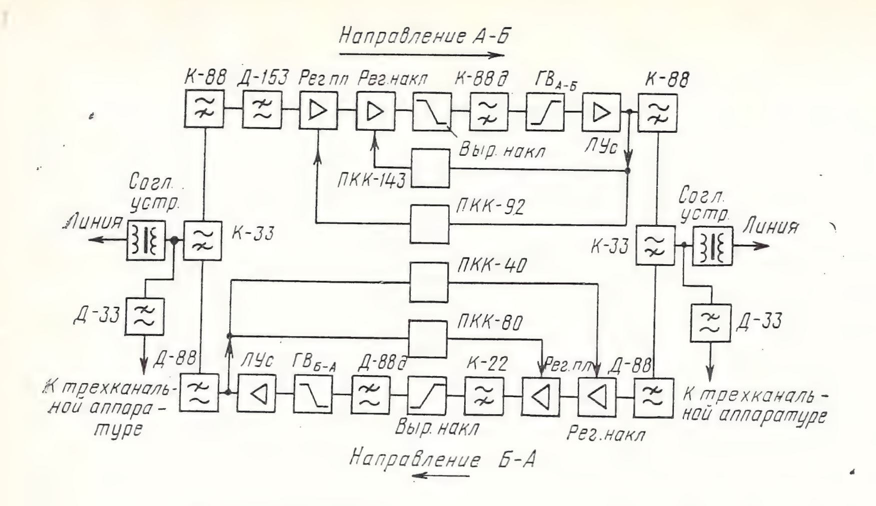


Рис. 111. Функциональная схема промежуточной станции ПВ-12-2

Рис. 112. Функциональная схема аппаратуры выделения каналов

чен групповой усилитель *ГУс*$_{А-Б}$ (или *Гус*$_{Б-А}$), который компенсирует затухание, вносимое кварцевым фильтром *К-108* (*Д-68*).

Далее распределитель мощности объединяет три тракта (8-канальный, 4-канальный и контрольную частоту) и устраняет их взаимное влияние. Трансформатор *Тр* согласовывает выходное сопротивление фильтра (600 Ом) с входным сопротивлением распределителя мощности (135 Ом). Узкополосные полосовые фильтры *ФКЧ-92* и *ФКЧ-80* выделяют соответствующие контрольные частоты 92 и 80 кГц.

Тракты выделяемой 4-канальной группы, работающие в спектрах 92—108 и 68—84 кГц, по своему построению отличаются один от другого. В направлении *А—В* (прием со станции *А*) после дифсистемы *ДС-1* включен групповой усилитель *ГУс*$_{А-Б}$, полосовой фильтр *ПФ* для каждого из четырех каналов, демодулятор *Дем*, усилитель тональной частоты с приемником набора и вызова *УНЧ-ПТНВ* и дифсистема *ДС*. В направлении *Б — А* (передача в сторону *А*) после индивидуального оборудования (модулятора *Мод* и полосового фильтра *ПФ*) установлены режекторный фильтр *РФ*, согласовывающий трансформатор *Тр*, групповой преобразователь *ГП*, на который подается несущая частота 176 кГц для получения полосы частот 68—84 кГц, фильтр нижних частот *Д-108* и групповой усилитель *ГУс*$_{В-А}$. Режекторный фильтр предотвращает попадание в преобразователь остатков тока несущей частоты 96 кГц, которые, создав на выходе преобразователя частоту 80 кГц (176—96—80), нарушили бы нормальное действие системы АРУ, осуществляемое на этой же частоте.

В направлении *Б — В* (прием со станции *Б*) после дифсистемы *ДС-2* включены два фильтра *Д-108*, между которыми включен групповой преобразователь *ГП* и усилитель *ГУс*$_{Б-В}$. В индивидуальной части находится фильтр *ПФ*, демодулятор *Дем* и *УНЧ-ПТНВ*, выход которого подключен к дифсистеме *ДС*.

Передача в сторону *Б* ведется по тракту, где помимо индивидуального оборудования (модулятора *Мод* и полосового фильтра *ПФ*) включены согласовывающий трансформатор *Тр*, режекторный фильтр РФ, не пропускающий токов индивидуальных несущих частот (96, 100, 104 и 108 кГц), и усилитель *ГУс*$_{В-Б}$.

Оборудование промежуточной станции смонтировано на стойке ПС, а аппаратура выделения каналов — на стойке СВК, на которой установлено генераторное оборудование, вырабатывающее индивидуальные несущие частоты и частоты 176 кГц для групповых преобразователей.

12-канальная высокочастотная система передачи В-12-3 отличается от В-12 и В-12-2 тем, что выполнена она на полупроводниковых приборах с использованием малогабаритных деталей и новых прогрессивных способов монтажа. Поэтому размеры этой аппаратуры резко сокращены: на одной стандартной стойке размером 2500×600×225 мм размещаются две системы на 12 каналов каждая или два комплекта промежуточных усилительных станций.

Оконечные и обслуживаемые усилительные станции получают питание от источников постоянного тока напряжением 24 В. Потребляемая ими мощность 85 Вт.

Структурная схема аппаратуры ВО-12-3 оконечной станции представлена на рис. 113. Построение ее примерно такое же, как и аппаратуры В-12-3. Линия подключается к аппаратуре с помощью согласующего линейного трансформатора *ЛТр*. Далее стоит линейный фильтр *ЛФ*, который выделяет полосу частот 36—143 кГц.

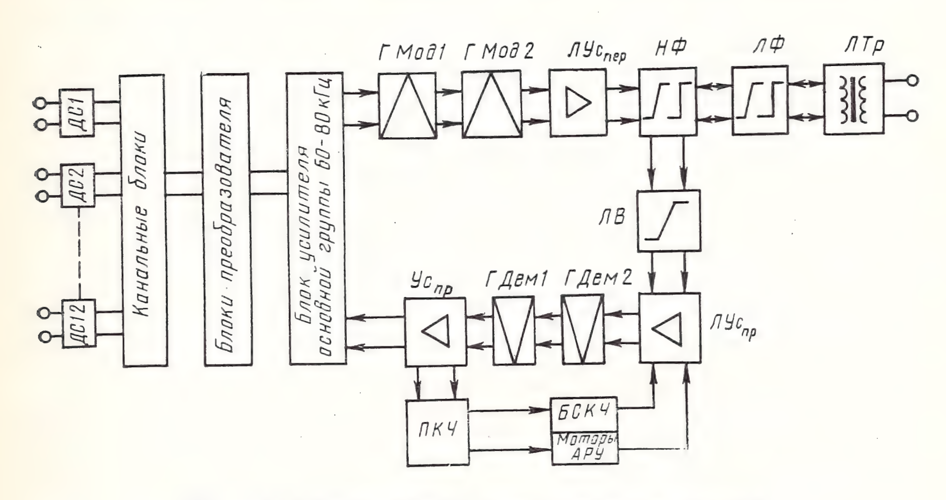


Рис. 113. Функциональная схема аппаратуры ВО-12-3

Направляющие фильтры *НФ* служат для разделения полосы приема 36—84 кГц и передачи 92—143 кГц. Принимаемый сигнал поступает на линейный выравниватель *ЛВ*, а затем через линейный усилитель приема *ЛУс*$_{\text{пр}}$ на групповые демодуляторы *ГДем1* и *ГДем2*. Отсюда сигнал с полосой частот 60—108 кГц подается на блоки усилителей и канальных преобразователей. С усилителя приема *Ус*$_{\text{пр}}$ сигнал также поступает на приемник контрольных частот *ПКЧ*, управляющий работой устройства плоской автоматической регулировки и автоматического регулятора наклона.

Телефонные сигналы отдельных каналов после преобразования поступают на блок усилителей, где после объединения с полосой частот 60—108 кГц подаются на групповые модуляторы *ГМод1* и *ГМод2* и далее к линейному усилителю передачи *ЛУс*$_{\text{пер}}$.

Рассмотрим назначение и работу отдельных блоков.

Блок дифференциальной системы включает в себя: дифсистему, удлинители, ограничивающие диоды, балансный контур и устройства, необходимые для передачи и приема сигналов вызова постоянного и переменного тока.

Блок канала служит для преобразования низкочастотного спектра 300—3400 Гц телефонного канала в соответствующий спектр

в полосе 12—24 кГц (на стороне передачи) и для обратного преобразования в спектре 300—3400 Гц (на стороне приема). От канального блока модулированный сигнал подается на блок предварительного преобразования. В приемной части канального блока находятся демодулятор и полосовой фильтр, конструкция и работа которых аналогичны модулятору и его полосовому фильтру.

Блок предварительного преобразования служит для образования стандартной полосы частот 60—108 кГц 12 каналов. На его вход от канальных блоков подаются четыре группы частот 12—24 кГц (трех каналов). Эти группы с помощью несущих частот 84, 96, 108 и 120 кГц преобразуются в полосы частот 60—72, 72—84, 84—96 и 96—108 кГц.

Кольцевой модулятор предварительного преобразования, собранный на германиевых диодах, преобразовывает группу частот 12—24 кГц в соответствующую полосу, которая выделяется включенным за ним полосовым фильтром. Схема демодулятора подобна схеме модулятора. К демодулятору подсоединен двухкаскадный усилитель с усилением около 27 дБ. После усилителя имеется полосовой фильтр, аналогичный установленному в тракте передачи. Фильтры пропускают полезную полосу частот и подавляют нежелательные частоты, а также остатки несущих частот.

Группы частот 60—72 и 72—84 кГц, а также 84—96 и 96—108 кГц соединяются между собой параллельно и подаются в блок усилителя основной группы.

Блок усилителя основной группы устанавливают на оконечных станциях для усиления уровня сигнала, уменьшенного после предварительного преобразования, ввода и вывода групповой контрольной частоты и образования шлейфа «на себя» основной группы, благодаря чему цепи оконечной станции можно испытывать независимо от линии.

В направлении передачи сигнал подается через блок подачи контрольной частоты на групповой модулятор ГМод1.

Рассмотрим назначение группового модулятора ГМод1 и демодулятора ГДем1. Групповой модулятор ГМод1 с помощью несущей частоты 348 кГц преобразует основную группу (первичную) с полосой частот 60—108 кГц, в которую включена контрольная частота 84,08 или 84,14 кГц, в полосу частот 408—456 кГц (вторичную), выделяет и усиливает эту группу частот.

Групповой демодулятор ГДем1 получает полосу частот 408—456 кГц, усиливает ее и после полосового фильтра подает на двойной двухтактный преобразователь, из которого выходит полоса частот 60—108 кГц. Схемы и конструкции модулятора и демодулятора совершенно идентичны.

Усилители в обоих блоках — двухкаскадные, собраны на транзисторах, с обратной связью и усилением от 2 до 6 дБ.

Рассмотрим назначение группового модулятора ГМод2 и демодулятора ГДем2. Групповой модулятор ГМод2 (или модулятор системы) преобразует полосу частот 408—456 кГц в полосу частот, посылаемую в линию. Если аппаратура предназначена для стан-

ции А, это полоса 36—84 кГц, а если для станции Б 92 — 140 кГц.

Он включает в себя следующие узлы: на станции А установлены модулятор, фильтр нижних частот (пропускает частоты ниже 84 кГц), выравниватель и усилитель; на станции Б установлены модулятор, фильтр верхних частот (пропускает частоты выше 92 кГц), фильтр нижних частот (пропускает частоты ниже 143 кГц), выравниватель и усилитель.

Групповой демодулятор ГДем2 с помощью несущей частоты преобразует полосу частот 36—84 кГц (станция А) или 92—140 кГц (станция Б) в полосу частот 408—456 кГц. Он включает в себя узлы: на станции А — фильтр нижних частот (пропускает частоты ниже 84 кГц), выравниватель линейного фильтра, выравниватель системы, демодулятор; на станции Б — выравниватель системы, демодулятор.

Сигнал от линейного усилителя приема $ЛУс_{пр}$ поступает на фильтр нижних частот (станции А) или прямо на выравниватель системы (станции Б). ФНЧ подавляют мешающие частоты, прошедшие через направляющий фильтр НФ. Выравниватель линейного фильтра выравнивает характеристику затухания фильтра в нижней части полосы частот. Выравниватель системы обеспечивает характеристику затухания с наклоном 2,3—3,1 дБ в пределах линейной полосы частот (60—84 или 92—143 кГц).

Демодулятор по кольцевой схеме собран на германиевых диодах. Полезная полоса частот 408—456 кГц после демодуляции выделяется полосовым фильтром, расположенным в блоке группового демодулятора ГДем1.

Линейный усилитель передачи предназначен для усиления сигналов в полосе частот 36—143 кГц до необходимого уровня.

Линейный усилитель приема является регулируемым усилителем линейной полосы частот 36—84 (станции А) или 92—143 кГц (станции Б). Плавная регулировка усиления осуществляется с помощью контрольных частот и служит для выравнивания зависящего от частоты искажения затухания. Усилитель выпускается в двух вариантах — для оконечной и обслуживаемой промежуточной станций. Для оконечной станции продолжительность вращения как в направлении повышения уровня частот, так и в направлении его уменьшения составляет 6 мин, а для обслуживаемой — в направлении повышения уровня частот — 10 мин, в направлении уменьшения — 30 мин.

Приемники контрольных частот служат для выделения, усиления и выпрямления поступающих с линии контрольных частот.

Приемники групповой контрольной частоты 84,14 или 84,08 кГц устанавливают на оконечных станциях. Они состоят из кварцевого фильтра, трехкаскадного усилителя и цепи блокировки контрольной частоты. Цепь блокировки предназначена для сигнализации об уменьшении уровня контрольной частоты ниже 3,5 дБ на обслуживаемых станциях. На соседнюю станцию снижение уровня контрольной частоты подается с замедлением 10—30 с (с помощью термореле).

Приемники контрольных частот, применяющиеся для работы электродвигателей АРУ, настроены на одну из частот 40, 54, 58, 60, 64, 80, 92, 104, 109, 111 или 143 кГц. Они имеют кварцевый фильтр, выделяющий соответствующую частоту, трехкаскадный усилитель, входной трансформатор и выпрямитель, который питает электродвигатели АРУ.

Направляющий фильтр разделяет (направляет) полосы частот приема и передачи. Он состоит из фильтров верхних и нижних частот. Рабочая полоса фильтра нижних частот — 36—83,7 кГц, а фильтра верхних частот — 92,3—143 кГц.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение аппаратуры системы передачи В-2-2, В-3-3, В-3-3с?
2. Какова максимальная длина связи для данной аппаратуры при применении цепей из цветных металлов или стальных?
3. Каково назначение и устройство двухчастотной АРУ и генератора тонального вызова?
4. Чем отличается аппаратура системы передачи В-12-3 от В-12 и В-12-2?

ГЛАВА X

МНОГОКАНАЛЬНАЯ АППАРАТУРА ПЕРЕДАЧИ ПО СИММЕТРИЧНЫМ КАБЕЛЯМ

§ 64. АППАРАТУРА СИСТЕМЫ КВ-12

Аппаратура КВ-12 предназначена для уплотнения двухпроводных цепей симметричных кабелей МКБ и МКСБ с жилами диаметром от 0,9 до 1,4 мм. Эта аппаратура рассчитана на 12 телефонных каналов и построена по такой же схеме, как и аппаратура В-12-2. Работает она на тех же частотах: 36—84 кГц — в одном направлении и 92—143 кГц — в другом, т. е. является двухполосной двухпроводной системой. Для снижения взаимных помех между каналами цепей одной кабельной четверки система КВ-12 имеет два варианта линейного спектра частот, сдвинутых один относительно другого на 300 Гц. Основные характеристики системы и ее каналов аналогичны соответствующим характеристикам системы В-12-2, поэтому КВ-12 можно использовать на комбинированных кабельно-воздушных магистралях совместно с аппаратурой В-12-2.

Длина усилительного участка зависит от типа кабеля и диаметра жил уплотняемой цепи и составляет от 11,4 до 34,9 км.

Питание НУП осуществляется с оконечной станции или с ближайшего ОУП. Напряжение дистанционного питания промежуточных усилителей 135 В. Схема дистанционного питания обеспечивает питание двух НУП между двумя ОУП с резервированием и четырех НУП без резервирования при подаваемом в ли-

нию напряжении дистанционного питания до 450 В и токе не более 0,35 А.

Схема предусматривает питание по одной цепи двух систем КВ-12, при этом повреждение или выключение оборудования одной системы не нарушает нормального питания другой. В случае прекращения подачи основного питания приборы НУП автоматически переключаются на резервное и сигнализируют о повреждении на ближайший (питающий) ОУП или соседнюю оконечную станцию.

Устройства АРУ установлены только на оконечных станциях. Система АРУ — одночастотная, с автоматической плоской и наклонной регулировкой уровня. В ОУП и НУП предусмотрена только ручная регулировка уровня. Совместная работа ручной и автоматической регулировок уровня обеспечивает постоянство уровня на приеме при изменениях температуры кабеля от —4 до +20°С.

В состав оборудования оконечной станции ОКВ-12 входят: три стойки группового преобразования направления А или Б — СГП-А или СГП-Б (одна стойка на одну или две системы); стойки индивидуального оборудования на 12 или 24 канала, причем первая из них такая же, как и в системе В-12-2 — СИО-12 или СИО-24 (одна стойка на одну или две системы); стойка генераторного оборудования и сжимателей-расширителей СГСР (одна стойка на одну, две, три или четыре системы). Кроме того, необходима стойка тонального вызова СТВ, на которой монтируются генераторы и приемники тонального вызова.

В состав оборудования ОУП входит промежуточная обслуживаемая стойка ПКВ-0 системы КВ (одна на одну или две системы). Регулировка устройств на стойке выполняется в среднем через каждые 5°С изменения температуры кабеля.

Оборудование НУП состоит из одной промежуточной системы КВ, необслуживаемой стойки усилительного оборудования ПКВ-Н и двух стоек вводно-кабельного оборудования ВКО, рассчитанных на десять систем КВ-12.

Система КВ-12 допускает выделение до четырех каналов в любом одном обслуживаемом промежуточном пункте. Для этого дополнительно к стойке ПКВ-0 устанавливается стойка выделения каналов СВК, аналогичная рассмотренной для выделения каналов в системе В-12-2, но дополненная специальными усилителями и фильтрами.

§ 65. АППАРАТУРА СИСТЕМЫ К-24-2

Аппаратура системы К-24-2 предназначена для передачи по 24 телефонным каналам, представляющим собой кабельные цепи связи симметричной конструкции с кордельно-бумажной и кордельно-стирофлексной изоляцией. Эта система является однополосной и рассчитана на работу на двухкабельных магистральных линиях. В ней в обоих направлениях передается одна и та же

полоса частот, занимающая спектр 12—108 кГц; несущие частоты кратны 4 кГц, ширина каждой полосы частот 3100 Гц.

Рассчитанное затухание усилительного участка на частоте 108 кГц при максимальной температуре грунта 18° С составляет 57 дБ, что при кабелях МКБ с жилами диаметром 1,2 мм соответствует средней протяженности цепи, равной 32 км (допустимые отклонения длины участка от 20 до 37,5 км). Максимальное усиление, обеспечиваемое промежуточными усилителями, составляет 63 дБ. Максимальная дальность связи при пяти переприемных участках равна 12 500 км.

Аппаратура К-24-2 снабжена трехчастотной электромеханической системой АРУ. В дополнение к этой системе на необслуживаемых усилительных пунктах используется автоматическая регулировка уровня по температуре почвы. Это позволяет увеличить среднюю длину усилительного участка и сократить на магистрали число усилителей с АРУ, управляемых контрольными частотами.

В системе передачи К-24-2 также предусмотрены промежуточные обслуживаемые и необслуживаемые усилительные пункты. Между двумя ОУП можно разместить до шести НУП.

В аппаратуре предусмотрены электронные лампы (6Ж1П—Е, 6П3С—Е и др.), малогабаритные детали и в некоторых схемах — полупроводниковые приборы.

Для построения 24-канальной системы используются два стандартных 12-канальных блока, образующих две группы каналов. Одна группа модулирует несущую частоту 120 кГц и преобразует ее в полосу частот 12—60 кГц, другая используется без преобразования частот 60—108 кГц. В результате в линейном спектре 12—108 кГц размещается 24 канала. Таким образом, оконечная станция системы К-24-2 состоит из двух 12-канальных блоков индивидуального оборудования, групповых устройств и генераторного оборудования, размещаемых на стойках СИО, СГУ и СГНК.

Структурная схема оконечной станции ОК-24-2 приведена на рис. 114. Токи нижней 12-канальной группы от стойки *СИО-1* поступают через режекторный фильтр *РФ1*, подавляющий остатки токов несущих частот 64 и 104 кГц, совпадающих с токами контрольных частот, на вход группового преобразователя $ГП_{пер}$. Здесь с помощью несущей частоты 120 кГц полоса частот 60—108 кГц, поступившая с выхода *СИО-1*, подвергается преобразованию. На выходе $ГП_{пер}$ для повышения уровня сигнала включен вспомогательный усилитель *ВУс1* с усилением около 13 дБ и фильтр *Д-60*, выделяющий нужную полосу частот 12—60 кГц. Выравниватель *Выр* устраняет искажения, вносимые фильтром *Д-60*.

Ток контрольной частоты 104 кГц подводится от генераторного оборудования к отдельному входу группового преобразователя $ГП_{пер}$. После преобразования эта частота, равная 16 кГц

(120—104=16), используется для управления устройством наклонной АРУ.

Выход второй 12-канальной группы от стойки *СИО-2* подключен ко второй ветви группового тракта передачи, в которую входят режекторный фильтр *РФ2* и развязывающий мост *РМ2*. Фильтр *РФ2* подавляет частоты 64 и 104 кГц, а мост *РМ2* служит для ввода в тракт передачи контрольных частот 64 и 104 кГц, управляющих устройствами криволинейной и плоской АРУ.

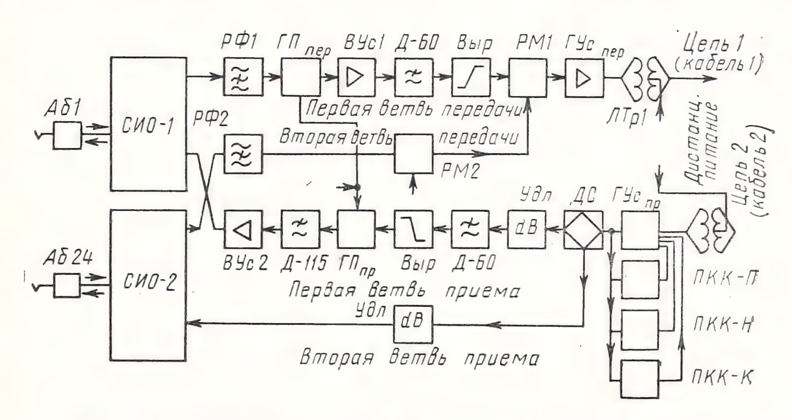


Рис. 114. Функциональная схема оконечной станции ОК-24-2

Развязывающий мост *РМ1* объединяет ток нижней и верхней 12-канальных групп и направляет его на групповой усилитель передачи $ГУс_{\text{пер}}$, на выходе которого включен линейный трансформатор *ЛТр1*.

В тракте приема токи с частотами 12—108 кГц, поступающие из цепи *2*, усиливаются групповым усилителем приема $ГУс_{\text{пр}}$. Устройства плоской, наклонной и криволинейной АРУ этого усилителя обеспечивают на его выходе постоянные одинаковые уровни всех каналов. Затем принятые токи поступают в дифференциальную систему *ДС*, на выходах которой после удлинителей *Удл* образуются две полосы частот 12—108 кГц. По второй ветви приема эта полоса частот попадает к приемной части *СИО-2*, где индивидуальными фильтрами выделяется полоса частот 60—108 кГц. По первой ветви полоса частот 12—108 кГц поступает на фильтр нижних частот *Д-60*, не пропускающий частоты выше 60 кГц, т. е. на его выходе частота токов равняется 12—60 кГц. После выравнивателя *Выр* эти токи поступают на групповой преобразователь приема $ГП_{\text{пр}}$, а затем после фильтра нижних частот *Д-115* и вспомогательного усилителя *ВУс2* токи с полосой частот 60—108 кГц подаются к приемной части стойки *СИО-1*.

Обслуживаемые усилительные станции системы К-24-2 выпускаются трех типов: ОУП-3 с плоской, наклонной и криволиней-

ной АРУ, располагаемые на расстоянии до 920 км друг от друга или от оконечной станции; ОУП-2 — с плоской и наклонной АРУ, располагаемые на расстоянии до 460 км; ОУП-1 — с плоской АРУ, располагаемые на расстоянии до 230 км.

Необслуживаемые усилительные пункты НУП оборудованы только устройствами плоской регулировки уровня по температуре почвы. Их устанавливают в среднем через 32 км. Это основной (по количеству) тип станции на магистралях.

Все НУП построены одинаково (рис. 115) и отличаются только числом и составом приемников контрольного канала. Фильтр *К-12* защищает усилитель и весь линейный тракт от помех, лежащих в низкочастотной (меньше 12 кГц) части спектра. Линейный выравниватель *ЛВыр* компенсирует амплитудно - частотные искажения предшествующего участка линии, а линейный усилитель *ЛУс* — затухание этого участка.

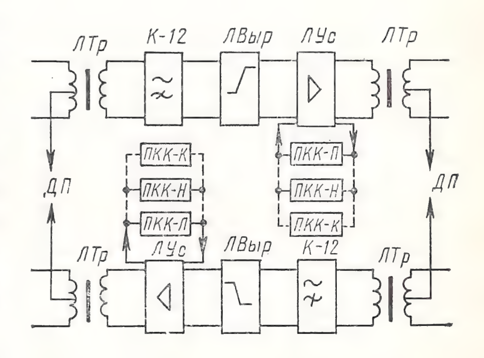


Рис. 115. Функциональная схема необслуживаемого усилительного пункта

Схема НУП в отличие от схемы ОУП не имеет приемников контрольного канала. Автоматическая регулировка уровня в зависимости от температуры почвы достигается терморезистором, который закапывают в грунт вблизи кабеля и включают в цепь обратной связи усилителя. Изменение величины сопротивления терморезистора приводит к изменению обратной отрицательной связи, что, в свою очередь, вызывает автоматическое изменение усиления ЛУс.

§ 66. АППАРАТУРА СИСТЕМЫ К-60П

Система передачи К-60 П предназначена для уплотнения 60 телефонными каналами симметричных кабельных линий связи. Вся аппаратура оконечных, а также обслуживаемых и необслуживаемых усилительных пунктов построена полностью на полупроводниковых приборах. В ней используются кабели МКС, МК, МКСА с медными жилами емкостью 4×4×1,2, а также МКПВ емкостью 1×4. Как и система К-24-2, система К-60П — двухкабельная однополосная; в обоих направлениях передается полоса частот 12—252 кГц. Номинальное затухание усилительного участка на частоте 252 кГц при максимальной температуре грунта составляет около 52 дБ; соответственно этому номинальная длина усилительного участка в зависимости от типа кабеля может находиться в пределах 18—20 км. Максимальная длина одного переприемного участка по тональной частоте равна

2500 км, следовательно, при пяти переприемных участках максимальная длина связи составляет 12 500 км.

Существуют три варианта линейных спектров 60-канальных систем передачи. Каждый вариант отличается расположением первичных 12-канальных групп во вторичной 60-канальной группе. Это обусловливается применением различных несущих частот. При работе двух систем по парам одной четверки требуемая защищенность от линейных переходных помех достигается применением на одной паре основного, а на другой — инверсного спектра частот 12-канальной группы.

Общий линейный спектр частот системы К-60П составляет 12—280 кГц, причем спектр 252—280 кГц используется для телеконтроля. Для обслуживания магистрали организуют служебную магистральную связь МСС, постанционную служебную связь ПСС и участковую служебную связь УСС.

Количество дистанционно питаемых НУП между двумя питающими по схеме «провод — провод» ОУП составляет 6, а по схеме «провод — земля» — 12 пунктов. Напряжение дистанционного питания, подаваемое в линию, равно 475 В.

Частота преобразовывается в три ступени. Сначала посредством несущих частот (64,68, ..., 108 кГц) телефонные каналы с шириной полосы частот от 0,3 до 3,4 кГц каждый преобразуются в полосы частот 60,3—63,4; 68,3—71,4; ...; 104,3—107,4 кГц (первая ступень преобразования).

Преобразования выполняются в стойке индивидуального преобразования СИП-60, на выходе которой образуется пять 12-канальных групп с полосами частот 60—108 кГц. Эти пять групп частот поступают на стойку группового преобразования СГП, где с помощью своих несущих частот преобразуются в полосы 312—360, 360—408, 408—456, 456—504, 504—552 кГц (вторая ступень преобразования). Объединение первичных групп в единую 60-канальную группу с полосой 312—552 кГц происходит в специальном блоке стойки СГП. Далее преобразование осуществляется с помощью несущей частоты 564 кГц, в результате чего получаем линейный спектр частот 12—252 кГц (третья ступень преобразования). Обратное преобразование на станции приема осуществляется на тех же частотах, но в обратном порядке.

Линейный тракт систем снабжен трехчастотной автоматической регулировкой уровня: 248 кГц — для плоской регулировки, 112 кГц — для криволинейной и 17 кГц — для наклонной. Устройства АРУ имеют приборы сигнализации изменений уровней, а также устройства блокировки усиления регулируемого усилителя при резких изменениях уровней контрольных частот.

Аппаратура К-60П питается от источников постоянного тока напряжением 21,2 В для транзисторных цепей и 24 В для вспомогательных и сигнальных цепей.

В одном кабеле могут работать до восьми систем К-60П, что позволяет организовать мощные пучки каналов (до 480).

На оконечной станции системы К-60П, так же как и на промежуточной, находится следующее оборудование (рис. 116).

1. Стойка вводно-кабельного оборудования *СВКО*. Она обеспечивает ввод и разделку двух междугородных кабелей 4×4×1,2; организацию высокочастотных и фантомных цепей; защиту обслуживающего персонала и станционных устройств от опасных напряжений; осуществление контрольных измерений при замене отдельных пар кабеля.

2. Стойка дистанционного питания *СДП*. Она предназначена для преобразования стабилизированного напряжения 21,2 В постоянного тока в постоянное напряжение до 500 В для дистанционного питания НУП, а также коммутации и защиты цепей дистанционного питания ДП. Стойка обеспечивает дистанционное питание до 6—7 НУП по восьми цепям ДП. На выходе каждой цепи ДП устанавливается ток 0,2 А при изменении напряжения от 100 до 475 В (регулировка напряжения осуществляется плавно и ступенями по 50 В). Напряжение ДП автоматически отключается при обрыве цепи или при перегрузках по току, равных 20%.

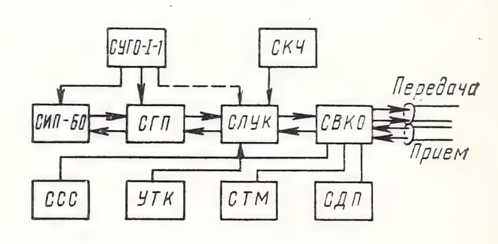


Рис. 116. Структурная схема оконечной станции системы К-60П

3. Стойка линейных усилителей и корректоров *СЛУК*. Стойка предусмотрена на две и четыре системы и используется для усиления токов линейного спектра 12—280 кГц, а также для компенсации затухания прилегающего к оконечному пункту участка кабеля.

Стойку *СЛУК* изготовляют трех типов для кабелей МКСБ, МКБ и МКПВ.

4. Стойки унифицированного генераторного оборудования *СУГО* предназначены для питания токами несущих и контрольных частот систем К-24-2, К-60П, К-300 и К-1920, а также радиорелейной аппаратуры Р-600. Для системы К-60П применяется стойка *СУГО-1-1*.

5. Стойка групповых преобразователей *СГП* на две или четыре системы дает возможность раздельно использовать оборудование преобразования первичных (60—108 кГц) и вторичных групп (312—360, ..., 504—552 кГц), для чего все точки транзитных групп выведены на вводные гребенки, а на входе и выходе оборудования первичных и вторичных групп предусмотрены разрывные гнезда.

6. Стойка контрольных частот *СКЧ* на восемь систем применяется для получения токов линейных контрольных частот 16, 112 и 248 кГц для питания двух стоек *СЛУК* (восемь систем). *СКЧ* устанавливают в пунктах, где нет (или далеко расположе-

но) оборудования *СУГО-I*. В аппаратуре предусмотрено 100%-ное резервирование всех основных узлов с автоматическим переключением с основного на резервный комплект при изменении уровня частот на ±0,5 дБ.

7. Стойка индивидуального преобразования частот *СИП-60* и стойка тонального вызова с дифсистемой на 60 каналов СТВ-ДС-60.

8. Унифицированная коммутационно-вызывная аппаратура служебной связи УКВСС. Стойки ССС-7 и ССС-8 устанавливаются в оконечных и обслуживаемых усилительных пунктах системы К-60П и предназначены для оперативной служебной телефонной связи.

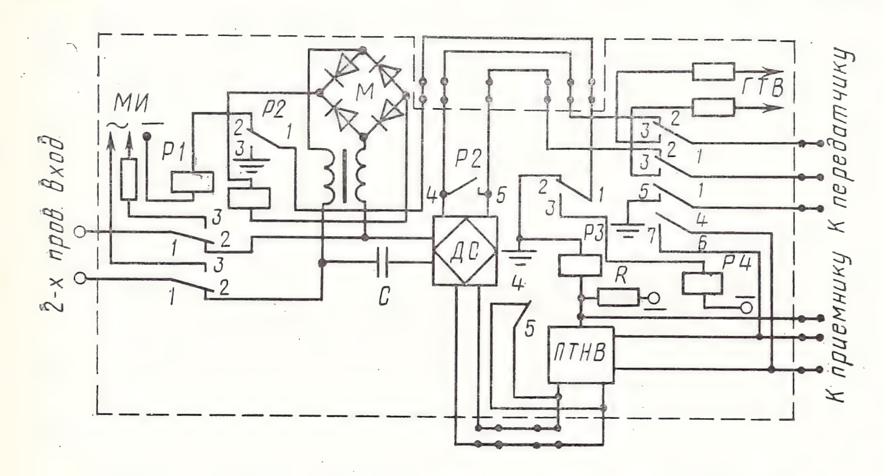


Рис. 117. Схема тонального вызова и дифсистемы СТВ-ДС-60

9. Стойка коммутации первичных групп СКП-1, рассчитанная на 50 первичных групп. Ее устанавливают в линейно-аппаратных цехах, где намечается монтаж не менее 10 первичных групп и обеспечивается возможность одновременного переключения 50 12-канальных групп направления передачи и 50 12-канальных групп направления приема.

10. Оборудование выделения и транзита первичных групп. Стойки СВПГ предназначены для выделения и одновременного введения одной или двух первичных 12-канальных групп, занимающих полосу частот 12—60 или 12—108 кГц, а стойка СТПГ — для передачи 12-канальных групп в спектре частот 60—108 кГц из одной системы передачи в другую с резким подавлением токов соседних групп телефонных каналов и контрольных частот. Эта аппаратура может применяться для систем К-1920, Р-600, К-60П, К-24-2, К-300, КВ-12, В-12-2.

11. Оборудование телеконтроля *УТК* и телемеханики *СТМ* служит для измерений и настройки.

Оборудование индивидуального преобразования. На рис. 117 показана схема индивидуального оборудования одного канала — дифсистемы и устройства вызова, расположенных на стойке СТВ-ДС-60. Телефонный разговор от АТС или коммутатора поступает на 2-проводный вход блока канала и далее через замкнутые контакты *1—2* реле *Р1* на вход дифсистемы *ДС*. От дифсистемы при разомкнутых контактах *4—5* реле *Р2* и замкнутых контактах *1—2* реле *Р4* сигнал поступает к передатчику индивидуального преобразователя стойки СИП-60.

Конденсатор *С* служит для того, чтобы не пропускать на вход дифсистемы токи индукторного вызова низких частот 15—50 Гц. Эти токи выпрямляются диодным мостом *М* и воздействуют на реле *Р2,* которое своими контактами *1-3* заземляет реле *Р4* (через замкнутые контакты *1—3* реле *Р3*). Реле *Р4* срабатывает и подключает (контактами *1—3*) к передатчику генератор тонального вызова *ГТВ*.

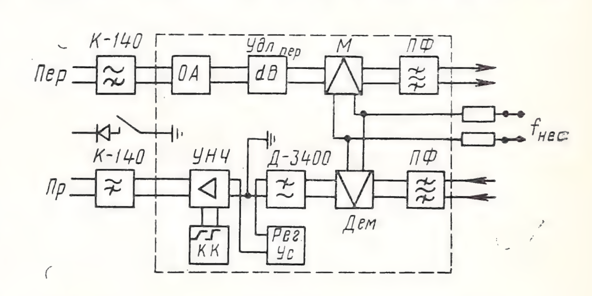


Рис. 118. Схема индивидуального преобразователя СИП-60

Реле *Р3* получает питание через резистор *R*. При поступлении тонального вызова от приемника индивидуального преобразователя стойки СИП-60 к ПТНВ реле *Р3* обесточивается заземлением провода от ПТНВ, его контакт *1—2* замыкается, создается цепь питания реле *Р1*, которое срабатывает и контактами *1—3* подключает к телефонному каналу переменное напряжение машинного индуктора *МИ*.

Контакты *4—5* реле *Р2* шунтируют выход *ДС* во время передачи тонального вызова от *ГТВ,* а контакты *4—5* реле *Р3* шунтируют выход ПТНВ во время приема вызова и тем самым не пропускают вызывную частоту на вход дифсистемы.

Структурная схема индивидуального преобразователя канала показана на рис. 118. На входе передающей части включен фильтр *К-140,* пропускающий разговорные частоты и задерживающий низкие частоты помех. Ограничитель амплитуд *ОА* уменьшает большие уровни разговорных токов; за ограничителем включен переменный удлинитель $Удл_{пер}$ и модулятор *М*. На выходе модулятора полосовой фильтр *ПФ* выделяет нужную полосу частот. Такой же полосовой фильтр стоит на входе приемной части схемы. Далее с помощью демодулятора *Дем* и фильтра частот *Д-3400* выделяется полоса частот разговорного канала, попадающая на вход усилителя низких частот *УНЧ*. Усилитель имеет корректирующий контур *КК,* а между фильтром и усилителем включен регулятор усиления *Рег. Ус*. На выходе *УНЧ* находится фильтр верхних частот *К-140*.

В блоке индивидуального преобразователя смонтирована кнопка, с помощью которой можно искусственно послать вызов в телефонный канал.

Несущая частота к модулятору и демодулятору подается от генератора.

С выхода передающей части преобразователя канала сигнал поступает на следующий преобразователь для получения спектра частот 60—108 кГц.

Стойка групповых преобразователей. На стойку поступает ток пяти групп каналов с полосой частот 60—108 кГц в каждой, где после двух преобразователей они формируются в общий линейный спектр частот 12—252 кГц.

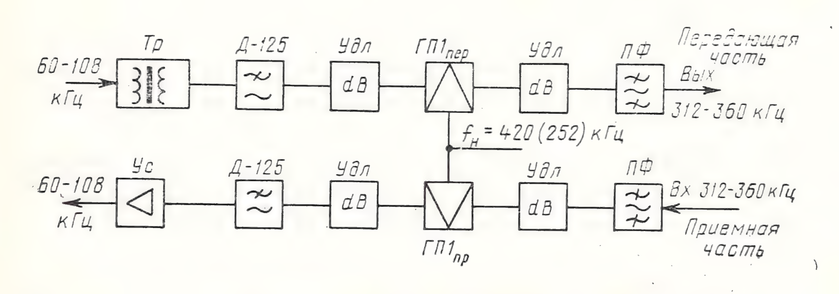


Рис. 119. Функциональная схема группового преобразователя

Структурная схема группового преобразователя приведена на рис. 119.

На стойке СГП установлены пять таких преобразователей. Для получения основного или инверсного спектра частот к ним подаются несущие частоты 420(252), 468(300), 516(348), 564(396) и 444(612) кГц. На выходе схемы первого преобразователя формируется полоса частот 312—360 кГц, второго — 360—408, третьего — 408—456, четвертого — 456—504 и пятого — 504—552 кГц.

Полосы частот пяти преобразователей поступают на передающий блок параллельной работы первичных групп ПРПГ$_{пер}$, где они объединяются в общую полосу частот 312—552 кГц. Эта полоса поступает на режекторный фильтр, не пропускающий частоту 411,86 кГц, и далее — на усилитель. Затем эта частота вводится в усилитель и используется в качестве контрольной. После усиления полоса частот 312—552 кГц поступает на второй преобразователь и с помощью несущей частоты 564 кГц переносится в спектр 12—252 кГц. После второго преобразователя включены фильтр *Д-252* и второй усилитель, от которого сигнал подается на стойку СЛУК.

Сигнал от стойки СЛУК проходит через согласующий трансформатор, удлинитель, преобразователь (к которому подается несущая частота 564 кГц), фильтр *Д-552,* усилитель и приемный блок параллельной работы первичных групп ПРПГ$_{пр}$ (распреде-

литель мощности); затем сигнал поступает на полосовые фильтры приемной части первого преобразования.

Стойка линейных усилителей и корректоров. В схему передающей части стойки линейных усилителей и корректоров оконечного пункта (СЛУК ОП) аппаратуры К-60П включены следующие устройства: удлинитель, выравниватель, заградительные фильтры на 112, 248 и 16 кГц и линейный усилитель передачи, в который вводятся контрольные частоты 16, 112 и 248 кГц.

В схему приемной части входят: линейный выравниватель, фильтр *К-12,* искусственная линия, магистральный выравниватель, линейный усилитель приема, заградительные фильтры на 16, 112 и 248 кГц, дополнительный выравниватель, фильтр нижних частот *Д-268* и согласующий трансформатор.

К выходу линейного усилителя приема подключены приемники контрольных частот на 16 кГц (для наклонной АРУ), 112 кГц (для криволинейной АРУ) и 248 кГц (для плоской АРУ), которые регулируют уровень.

Искусственные линии ИЛ включаются, если имеются укороченные усилительные участки с затуханием менее 45 дБ на частоте 252 кГц. ИЛ эквивалентны затуханию кабеля длиной 3, 6, 9 км.

Магистральный выравниватель выполнен с регулируемыми характеристиками, поэтому его можно использовать для кабелей всех типов.

Линейный усилитель передачи усиливает рабочую полосу частот 12—252 кГц до заданного уровня. В цепь его обратной отрицательной связи включены набор удлинителей и контур предварительного наклона КПН. Удлинители обеспечивают ступенчатую плоскую регулировку усиления на 3 дБ. КПН осуществлен с помощью двух амплитудных выравнивателей, суммарная частотная характеристика затухания которых обеспечивает линейный закон изменения характеристики КПН. Фильтр К-12 защищает усилитель от низкочастотных линейных помех.

Линейный усилитель приема состоит из усилителя с плоской регулировкой уровня УПРУ, контура наклонной регулировки уровня НРУ и усилителя с контуром начального наклона УКНН. Усилитель УПРУ предназначен для усиления токов в полосе 12—252 кГц и плоской автоматической регулировки уровня по контрольной частоте 248 кГц. Усилитель имеет три каскада усиления, выполненных на транзисторах. Контур НРУ представляет собой переменный выравниватель, регулируемый одним элементом, в качестве которого использован терморезистор косвенного подогрева. Он подключается к контуру НРУ через трансформатор. К цепи тока питания терморезистора подключен моторно-потенциометрический блок, управляемый током контрольной частоты 16 кГц.

Усилитель УКНН, содержащий контур начального наклона, является основным усилителем тракта приема. В нем четыре каскада с отрицательной обратной связью.

Фильтр нижних частот *Д-268* предназначен для подавления токов телеконтроля в спектре 275—280 кГц.

На стойках СЛУК размещается основное оборудование обслуживаемых и необслуживаемых усилительных пунктов. Причем четные и нечетные обслуживаемые усилительные пункты отличаются друг от друга тем, что в четных ОУП устанавливаются стойки с трехчастотной АРУ — СЛУК ОУП-3, а в нечетных — с двухчастотной СЛУК ОУП-2.

Это оборудование предназначено для компенсации затухания примыкающих к ОУП усилительных участков кабельной линии и корректирования накапливающихся амплитудно-частотных искажений линейного тракта между обслуживаемыми пунктами. Оборудование ОУП, как и оконечных станций, питается от источников постоянного тока напряжением 21,2 и 24 В.

В необслуживаемый усилительный пункт НУП входят вводно-кабельный шкаф ВКШ и промежуточная усилительная необслуживаемая стойка СПУН. В вводно-кабельном шкафу располагаются боксы для разделки междугородных кабелей. Согласующие линейные трансформаторы размещены в вводно-кабельных устройствах, установленных на стойке СПУН.

Основное оборудование стойки СПУН предназначено для компенсации затухания примыкающих к НУП участков кабельной линии. Усиление изменяется в зависимости от затухания кабеля, вызванного отклонениями сопротивления термодатчиков, которые закапывают в грунт вблизи магистрального кабеля на расстоянии 8—10 м от НУП. На восемь систем предусматриваются два блока термодатчиков: один для направления *А — Б*, другой — для направления *Б — А*. Кроме усилительного и вводно-кабельного оборудования на СПУН-1 размещены устройства телемеханики и генератор телеконтроля.

Стойки СЛУК ОУП с двухчастотной АРУ устанавливаются через 250—300 км кабельной магистрали, а СЛУК ОУП с трехчастотной АРУ — через 500—600 км. На каждом ОУП с трехчастотной АРУ устанавливаются регулируемые вручную переменные выравниватели (косинусный корректор) для устранения медленно меняющихся во времени амплитудно-частотных искажений, вызванных неточностью работы устройств АРУ, а также различным затуханием разных типов кабеля в связи с изменениями температуры.

Стойка СЛУК ОУП-2 отличается от стойки СЛУК ОУП-3 тем, что в ней нет панели косинусного корректора с усилителями и приемниками контрольного канала ПКК-112. В остальном пути прохождения высокочастотных токов такие же, как и в стойках СЛУК ОП (или СЛУК ОУП-3).

Приходящие в НУП по кабелю токи ВЧ поступают на линейный трансформатор вводно-кабельного оборудования низкого уровня (панель ВКО-Н). Выравненные и усиленные линейным усилителем токи ВЧ поступают на линейный трансформатор панели ВКО высокого уровня и далее в линию. Между линейным

выравнивателем и усилителем включен фильтр К-12. В панели ВКО-Н предусмотрено место для установки (в случае необходимости) одного из трех блоков: постоянного магистрального выравнивателя, искусственной линии или фильтра Д-280, обеспечивающего защиту НУП от радиопомех.

В цепь обратной связи линейного усилителя включен набор удлинителей, контур грунтовой АРУ и контур начального наклона.

В состав оборудования НУП входят устройства телемеханики и телеконтроля, а также низкочастотных каналов служебной связи. Каналы низкой частоты организуются по фантомным цепям. С линии токи служебной связи поступают на средние точки линейных трансформаторов панели ВКО-Н, затем через фильтры низкой частоты на вход фантомного трансформатора и далее на панель усилителя низкой частоты (УНЧ). На входе усилителя по мере необходимости могут быть включены искусственные линии на 4 или 8 км, контур несогласованности или фильтр К-0,3. С выхода усилителя токи тональной частоты через фантомный трансформатор и фильтр Д-8 поступают на средние точки линейных трансформаторов панелей ВКО-В и затем в линию другого направления.

В аппаратуре предусмотрена возможность подключения обслуживающего персонала к телефонному аппарату как в самом шкафу непосредственно на зажимы выхода УНЧ, так и вне стойки — на розетки в камере НУП или на вводные гребенки стоек СПУН.

К основным узлам необслуживаемой усилительной станции относятся также блоки приема дистанционного питания ДП и защитные устройства ЗУ.

Вводно-кабельное оборудование, устройства защиты и дистанционное питание. Вводно-кабельное оборудование системы К-60П предназначено для включения и обслуживания междугородного симметричного кабеля емкостью 4×4, используемого на частотах до 280 кГц. На обслуживаемых оконечных и усилительных станциях это оборудование размещено на отдельных стойках СКВО. Схема вводно-кабельного оборудования и устройств защиты показана на рис. 120.

Стойка СВКО включается между линией симметричного кабеля с входным сопротивлением 170 Ом и аппаратурой систем передачи сопротивлением 135 Ом. Для согласования сопротивлений включены линейные трансформаторы *ЛТр1* и *ЛТр2*. Со станционных обмоток этих трансформаторов токи ВЧ поступают на линейные выравниватели, расположенные на стойках СЛУК.

Разрядники *Р4*, включенные в станционные обмотки ВЧ и НЧ трансформаторов, служат для защиты аппаратуры станции от опасных напряжений. При напряжении выше 70 В разрядники срабатывают и шунтируют обмотки трансформаторов, исключая попадание высокого напряжения на вход усилителя. К средним

точкам линейных обмоток трансформаторов подключены полузвенья низкочастотного фильтра *Д-8* с полосой пропускания до 8 кГц. Фильтр предназначен для устранения влияний между ВЧ-цепями через третьи цепи и уменьшения помех в ВЧ-трактах от цепей телеобслуживания.

Низкие частоты передаются по фантомным цепям одного и того же кабеля. В системе К-60П по двум кабелям организовано три низкочастотных канала служебной связи и одна фантомная цепь использована для включения устройств телемеханики.

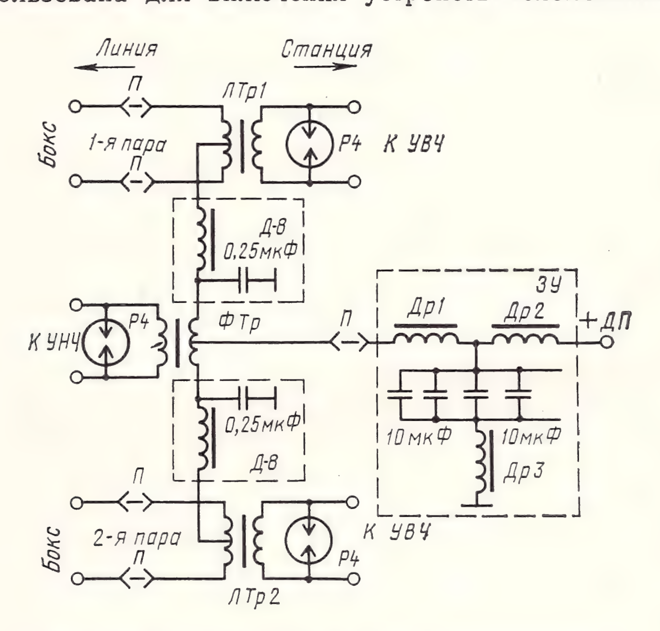


Рис. 120. Схема вводно-кабельного оборудования и устройств защиты

С линии токи тональных частот поступают в средние точки линейных трансформаторов, затем через полузвенья фильтра *Д-8* на вход фантомного трансформатора *ФТр* и далее на усилители низкой частоты стойки служебной связи.

Защитное устройство *ЗУ* обеспечивает защиту аппаратуры при возникновении в жилах кабеля кратковременных напряжений до 600 В, вызванных влиянием высоковольтных линий электропередачи и контактных сетей электрифицированных железных дорог. Защитное устройство выполнено в виде Т-образного фильтра, продольное плечо которого составлено из дросселей *Др1* и *Др2* индуктивностью по 0,9 Гн, а поперечное представляет собой резонансный контур, состоящий из четырех конденсаторов по 10 мкФ каждый, и дроссель *Др3* индуктивностью 0,25 Гн. Перемычки *П* используются для того, чтобы отделить линию от станционного оборудования.

Схема дистанционного питания НУП системы К-60П по основному варианту (схема «провод — земля») показана на рис. 121. Для упрощения на рисунке НУП-2, 3, 4, 5 не указаны, поскольку схемы их одинаковы.

Максимальное число НУП, которое можно разместить в одной секции *ДП* при схеме «провод — земля», равно 12, что соответствует длине секции *ДП* 260 км. Если на участке кабельной магистрали вследствие незначительности электромагнитного влияния со стороны линий сильного тока (менее 75 В на усилительный участок) на НУП используются не Т-образные, а Г-образные фильтры защиты, то можно увеличить длину секции *ДП* до

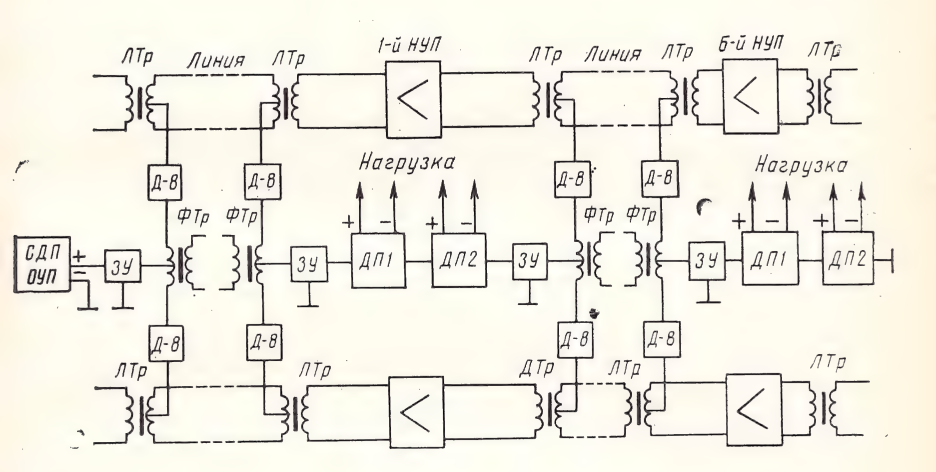


Рис. 121. Схема дистанционного питания НУП системы К-60П по схеме «провод — земля»

300 км и разместить в ней 14 НУП. Схема *ДП* рассчитана на дистанционное питание любого числа НУП — от 1 до 12. При дистанционном питании по схеме «провод — провод» в качестве обратного провода (вместо «земли») используется также четверка жил кабеля, а схемы включения элементов в прямом и обратном проводах аналогичны. При этом количество цепей *ДП* сокращается в два раза и равно четырем, а максимальное число НУП в секции *ДП* (при длине 140 км) равно шести.

Напряжение на выходе каждого блока *ДП* аппаратуры НУП равно 18 В$\pm$5%. Два блока *ДП* включены последовательно.

Стойка *СДП* служит для преобразования постоянного тока с помощью установленных на ней полупроводниковых преобразователей стабилизированного напряжения 21,2 В в напряжение до 475 В (в зависимости от числа НУП в секции *ДП*), а также для защиты и коммутации цепей *ДП*.

§ 67. АППАРАТУРА V-60Е

Для организации каналов на кабельных и радиорелейных линиях связи наряду с отечественной аппаратурой К-60П применяется аппаратура V-60Е производства ГДР, полностью выполненная на транзисторах. В комплект этой аппаратуры входит оборудование всех видов станций — ОП, ОУП и НУП.

Электрические параметры аппаратуры V-60Е идентичны соответствующим параметрам оборудования К-60П, а схемы НУП, ОУП и ОП аналогичны.

Аппаратура V-60Е по сравнению с К-60П обладает: более высокой стабильностью усиления группового и индивидуального оборудования оконечной станции; более высокой точностью поддержания уровней приема по групповым каналам частот (±0,26 дБ); меньшей величиной шума, вносимого оконечной станцией; более высокой точностью выравнивания затухания кабеля на усилительных участках (установка меньшего количества магистральных выравнивателей на секции ОУП — ОУП) и др. При переключении генерального оборудования работа схемы не прерывается.

Кроме того, в аппаратуре V-60Е использована частотная система телемеханики, обеспечивающая работу четырех каналов служебной связи, простоту обслуживания и высокую надежность работы устройств. Эта аппаратура построена в большей степени на деталях меньших размеров и поэтому имеет относительно небольшие габариты. При построении индивидуального оборудования использованы предгруппы.

Сначала посредством несущих частот 12, 16 и 20 кГц три телефонных канала объединяются в одну предгруппу 12—24 кГц, затем четыре предгруппы с помощью несущих частот 84, 96, 108 и 120 кГц преобразовывают вторично и получают 12-канальную первичную группу 60—108 кГц. Предгруппы использованы для того, чтобы обеспечить передачу данных с повышенной скоростью или широкополосного сигнала радиовещания.

В поставляемый комплект аппаратуры V-60Е для ОП, ОУП и НУП входят шкафы с нижеперечисленным оборудованием: преобразования первичных и вторичных групп — ШГП; генераторным для получения несущих частот — ШГО-Е; индивидуального преобразования — ШИП-Е; низкочастотным — ШНЧ-Е; линейного тракта оконечного пункта — ШЛУ — ОП; генераторным для получения линейных контрольных частот; вводно-кабельным ОУП и ОП с устройствами телемеханики — ШВКО; дистанционного питания — ШДП; линейного тракта ОУП с двух- трехчастотной АРУ — ШЛУ — ОУП; линейного тракта необслуживаемого усилительного пункта — СПУН; а также головные шкафы — ГШ-1 и ГШ-2.

При строительстве магистралей дополнительно необходимо поставить оборудование отечественного производства: вводно-кабельное для НУП (ВКШ-1), служебной связи (ССС), усилители

низкой частоты и прибор телеконтроля для ОУП и ОП (УТК).

Общие схемы оборудования оконечной, обслуживаемой и необслуживаемой усилительных станций аналогичны соответствующим схемам аппаратуры К-60П.

В аппаратуре V-60E, так же как и в К-60П, предусмотрена возможность компенсации затуханий станционных кабелей между стойками оборудования оконечной станции и устройствами переключения.

Основные элементы группового преобразовательного оборудования аналогичны элементам отечественной аппаратуры. Отличие заключается в подавлении групповой контрольной частоты 411,86 кГц. В первых образцах V-60E оно осуществляется в спектре первичной группы с помощью фильтра 104,14 или 63,86 кГц для инверсного спектра. Позднее в аппаратуру был введен режекторный фильтр РФ-411,86.

Кроме того, в аппаратуре V-60E в точках, где необходимо производить измерение или ввод и вывод частот, в тракты включены измерительные дифференциальные системы ИДС, что исключает возникновение толчков и импульсных помех в процессе измерений. Для подключения аппаратуры радиовещания также используются две вспомогательные дифсистемы.

В аппаратуре имеется большое число удлинителей, которые можно выключить, если появится необходимость образования двух вариантов уровней передачи в точках транзита и переключения первичных и вторичных групп.

Схемы линейных трактов приема и передачи в аппаратуре V-60E незначительно отличаются от ранее рассмотренных для системы К-60П. Так, в тракте передачи системы V-60E используется усилитель, состоящий из двух блоков, между которыми включен выравниватель. Несколько отличается схема переключений токов линейных контрольных частот при переходе системы от режима работы с плоской частотной регулировкой уровней передачи к наклонной.

В тракте приема используются также узлы, однотипные с узлами К-60П, однако размещение регуляторов несколько другое.

В преобразовательном оборудовании в трактах приема первичных и вторичных групп предусмотрена автоматическая регулировка уровня по групповым контрольным частотам с электронной схемой управления. Для этого в аппаратуре имеется общий приемник контрольного канала ПКК на частоту 84,14 кГц, а канал контрольной частоты 411,86 кГц подключается через дополнительную ступень преобразования с помощью канала несущей частоты 496 кГц (496—411,86=84,14 кГц). Приемник ПКК последовательно подключается к выходу каждого из групповых усилителей, и в случае отклонения контрольной частоты более чем на ±0,26 дБ с помощью электронной схемы управления изменяется ток подогрева терморезистора, в результате чего усиление достигает требуемой величины. Продолжительность подключения ПКК для проверки составляет 1,75 с. Импульсы регу-

лировки поступают через 1,25 с после подключения. Один ПКК используется для регулировки уровня четырех вторичных и 20 первичных групп. Время проверки всех групп составляет примерно 2,5 мин.

В генераторном оборудовании V-60E в отличие от отечественного предусмотрены два комплекта, работающие параллельно. Для получения тока несущих частот в качестве задающего генератора используют генератор 960 кГц, а для получения групповых контрольных частот — генератор 84,14 кГц. С помощью устройств деления, умножения и преобразования частот получают ток с требуемыми номиналами несущих частот для индивидуального и группового преобразований, а также ток групповых и линейных контрольных частот. Например, частота 420 кГц образуется как комбинация двух частот — 108 и 24 кГц; $5 \cdot 108 - 5 \cdot 24 = 540 - 120 = 420$ кГц; частоты 108 и 24 кГц получены в результате умножения частоты 12 кГц, которая, в свою очередь, является результатом деления частоты 960 кГц на 80.

В генераторном оборудовании в качестве внешнего можно использовать задающий генератор напряжения с частотой 60 кГц.

Основное оборудование обслуживаемой усилительной станции по схеме соответствует оборудованию тракта приема оконечной станции, за исключением заграждающих фильтров, задерживающих линейные контрольные частоты, и контура предварительного наклона. Имеющиеся заграждающие фильтры 275, 276 и 277 кГц обеспечивают всплески затухания на 30,4 дБ для первых двух указанных частот и на 17,4 дБ для третьей частоты. Они разделяют секции ОУП — ОУП на частотах телеконтроля. В линейном тракте оконечной станции заграждающий фильтр имеет только два всплеска — 30,4 дБ на частотах 275 и 276 кГц.

Схема для высокочастотного тракта НУП аналогична схеме СПУН К-60П, только в первых образцах НУП V-60E нет фильтра Д-280. Тракт НЧ отличается от соответствующего тракта СПУН К-60П наличием грунтовой АРУ. Кроме того, канал низкой частоты аппаратуры V-60E обеспечивает усиление в полосе 0,3—6 кГц. При этом полоса частот 0,3—3,4 кГц используется для организации служебной связи, а 4,32—6 кГц — для работы частотной системы телемеханики. Эти спектры разделяются на ОУП с помощью фильтров ДК-3,4.

Вводно-кабельное оборудование на ОУП и ОП так же как и в системе К-60П, размещается в отдельном специальном шкафу ШВКО. В нем установлены два бокса и платы ВКО и ЗУ. Схемы плат однотипны со схемами аппаратуры К-60П. В состав шкафа входят и устройства телемеханики.

Шкаф дистанционного питания имеет девять плат ДП, восемь из которых рабочие и одна резервная (ручное резервирование). Каждая из них обеспечивает передачу ДП по одной цепи для семи последовательно включенных НУП одной системы при схеме «провод — земля». При питании по схеме «провод — провод» можно использовать совместную работу двух плат (они включаются

параллельно). В этом случае по одной цепи ДП обеспечивается питание до трех НУП двух систем.

Схема ДП состоит из вибропреобразователя напряжения 21,2 В постоянного тока в напряжение переменного тока (прямоугольной формы) с частотой примерно 100 Гц. На выходе вибропреобразователя установлены повышающий трансформатор и выпрямитель, обеспечивающие получение требуемого напряжения ДП от 60 до 500 В. На входе вибропреобразователя и выходе выпрямителя включены низкочастотные фильтры, подавляющие помехи с частотами 50—100 Гц и выше, которые могут проникать в цепь ДП и в цепь к станционной батарее.

На плате ДП установлены приборы контроля напряжения и тока, а также регулируемый резистор.

Устройства ДП выполнены так, что их можно подключить к шкафу ШДП необслуживаемого пункта К-60П, а от СДП К-60П — к пункту V-60E.

В аппаратуре V-60E используется частотная система телемеханики ТМ. Для передачи сигналов управления из ОУП на НУП и приема сигналов извещения из НУП организуется четырехпроводный канал с полосой пропускания 4,32—6 кГц. В передающем комплекте телемеханики ОУП в тракте передачи имеются генераторы тока частоты 4,32 (сигнал блокировки); 4,56; 4,8; 5,04; 5,28; 5,52; 5,76; 6 кГц (сигналы управления), а в тракте приема — приемники этих частот. На каждом НУП имеется генератор извещения на определенную частоту и приемник сигналов управления на эту же частоту.

Секция ОУП — НУП по работе устройства ТМ разделяется на две полусекции. На первой полусекции один тракт используется для передачи сигналов управления на НУП с 1-го по 7-й, а на второй — для передачи сигналов извещения на ОУП с 8-го по 14-й НУП. Во втором тракте — наоборот. Следует отметить, что на НУП, ближайших от ОУП, используются более высокие частоты, например, на 1-м и на 14-м НУП частоты управления и извещения равны 6 кГц, а на 7-м и 8-м НУП — 4,56 кГц. Это обстоятельство упрощает настройку канала НЧ по выравниванию амплитудно-частотных искажений.

Все устройства ТМ НУП универсальны, и требуемые номиналы частот генераторов извещения и полосовых фильтров устанавливаются с помощью перепаек при настройке.

Наличие сквозного тракта между ОУП и использование для передачи сигналов управления и извещения одинаковых частот привело к необходимости введения специальной частоты блокировки, равной 4,32 кГц. Ток этой частоты поступает в линию при передаче сигнала управления на любой из НУП и блокирует на противоположном ОУП все приемники сигналов извещения.

Если на ОУП установить переключатель, соответствующий требуемому НУП, частота от генератора управления ОУП, пройдя по линии, будет принята приемником НУП, который включит генератор телеконтроля. Правильность приема сигнала управле-

ния будет подтверждена получением соответствующего сигнала.

В случае неисправности на НУП срабатывают датчики, объединенные в две группы сигналов: срочные и несрочные. Срочный сигнал выключает генератор извещения, а несрочный включает трактовый датчик, который модулирует частоту извещения, равную примерно 2 Гц. При пропадании частоты извещения на ОУП загорается лампа, а при получении несрочного сигнала эта лампа мигает. Оптическая сигнализация дублируется звуковой.

§ 68. СИСТЕМА К-1020С

Система К-1020С предназначена для увеличения пропускной способности магистральных и зоновых линий связи, организованных с использованием симметричных кабелей типа МКС 4×4×1,2 и системы передачи К-60П, путем замены двух таких систем аппаратурой К-1020С. В системе применяется двухкабельная связь: в каждом кабеле выделяется по одной четверке, одна пара используется для организации линейного тракта, другая — для служебной связи. В зависимости от длины линии по одной или обеим парам осуществляется дистанционное питание системы передачи.

Линейный спектр, занимаемый 1020 телефонными каналами системы К-1020С, составляет 312—4636 кГц (17 60-канальных групп). Максимальная длина переприемного участка (между двумя обслуживаемыми пунктами ОП) равна 280 км, а усилительного участка — 3—3,2 км. Коррекция амплитудно-частотных искажений линейного тракта выполняется частотно-зависимой АРУ с помощью контрольных частот 4896 кГц (на каждом НУП и ОП) и 308 кГц (только на ОП), а телеуправление и телеконтроль осуществляется соответственно на частотах 76 и 4820 кГц.

В систему передачи К-1020С входят стойки оконечного оборудования линейного тракта СОЛТ и необслуживаемые усилительные пункты НУП.

Стойка оборудования линейного тракта СОЛТ устанавливается в оконечных пунктах ОП и пунктах выделения ПВ. Она обеспечивает: компенсацию затухания предшествующего усилительного участка; коррекцию амплитудно-частотных искажений линейного тракта; формирование и ввод в тракт линейных контрольных частот, а также автоматическую регулировку их уровней; дистанционное питание НУП; защиту от грозовых перенапряжений и токов наведенных эдс линиями высоковольтной электропередачи; служебную связь между всеми пунктами и телеконтроль за работой линейных усилителей НУП.

На стойке СОЛТ предусмотрено срабатывание цепей сигнализации при перегорании предохранителей или отсутствии напряжения питания, изменении уровня принимаемых контрольных частот на 2,5—3,0 дБ или тока дистанционного питания на ±10 мА, приеме вызова по служебной связи или при открывании

крышки любого НУП. Определение номера НУП, где открылась крышка, производится с участием технического персонала.

Основное оборудование НУП системы передачи К-1020С: корпус, вводно-кабельное устройство, усилительная кассета, блоки искусственных линий ЛИ и служебной связи, а также магистральный корректор КМ. Блоки ЛИ устанавливаются на укороченных усилительных участках линии (менее 3 км), а КМ — через каждые 5—6 усилительных участков. В корпусе НУП установлена газонепроницаемая муфта для возможности подсоединения кабеля при нагнетании в него воздуха. НУП можно подключить также к любому внешнему приспособлению для нагнетания воздуха с помощью специального отверстия с ниппелем, которое имеется в крышке корпуса.

Оконечное оборудование линейного тракта питается от источника постоянного тока напряжением 24 В. Напряжение дистанционного питания НУП составляет 900 В при токе 100 мА.

§ 69. АППАРАТУРА ПЕРЕДАЧИ ПО КАБЕЛЬНЫМ ЦЕПЯМ КАМА

Развитие телефонной связи в городах вызывает необходимость расширения кабельной телефонной сети, в том числе соединительных линий между районными и узловыми АТС. Использование для этой цели неуплотненных многопарных кабелей приводит к большому расходу меди, свинца и неэффективному использованию кабелей. Кроме того, весьма сложной проблемой является необходимость рытья траншей для прокладки новых кабельных линий. Использование для увеличения емкости городских телефонных кабелей многоканальной аппаратуры дальней связи экономически невыгодно. Поэтому емкость городских телефонных кабелей увеличивают с помощью специальной аппаратуры КРР (кабельная радиорелейная) и КАМА, которая является ее модификацией.

Аппаратура КРР и КАМА построены по двухполосной двухпроводной системе, причем для передачи в одном направлении используется полоса частот 12—248 кГц, в другом — 312—548 кГц. Эта аппаратура позволяет организовать 30 двусторонних стандартных телефонных каналов связи.

Предусмотрен вариант аппаратуры КАМА по однополосной двухкабельной системе. В этом случае обе оконечные станции принимают и передают одну и ту же полосу частот: 12—248 кГц.

При двухполосной системе станция А передает в линию спектр частот 12—248 кГц с использованием одной ступени группового преобразования (групповая несущая частота 560 кГц).

Линейный спектр всех 30 тональных каналов лежит в пределах 312—548 кГц, который получается с помощью индивидуальных несущих частот, рассчитываемых по формуле $F_n=304+8n$, где n — номер канала (от 1 до 30).

Из этого равенства видно, что индивидуальные несущие частоты расположены через 8 кГц в отличие от принятого в системах частотного уплотнения промежутка 4 кГц.

Со станции Б в линию передается спектр частот 312—548 кГц и контрольная частота 304 кГц, а в случае аварии — 312 кГц. Со станции А эти частоты выходят преобразованными — 256 и 248 кГц. Со станции А также передается частота 8 кГц, предназначенная для синхронизации генераторного оборудования станции Б.

При работе по двухполосной однокабельной системе можно уплотнять магистральные кабели МКС, а также другие с аналогичными характеристиками. Длина усилительного участка составляет в среднем 13 км, длина переприемного участка с пятью промежуточными усилителями может достигать 80 км.

При использовании кабелей для сельской связи длина усилительного участка составляет 8 км, а переприемного — 50 км. При работе по кабелям типа ТГ в городских телефонных сетях длина связи зависит от диаметра жил кабеля. Например, если диаметр жил 0,5 мм, то длина одного усилительного участка составляет 2,25 км, а максимальная длина связи при шести промежуточных усилителях — 15 км.

Аппаратура уплотнения КАМА в отличие от аппаратуры КРР и КРРМ более надежна. Питается она от станционной батареи напряжением 60 В (кроме переносного аппарата служебной связи с автономным питанием). При этом уровень помех в каналах и объем оборудования питания уменьшаются. Аппаратура КАМА снабжена устройствами автоматической регулировки уровня и контроля группового тракта, а также служебной связью; выполнена она полностью на полупроводниках. Аппаратура дополнена дистанционно питаемым усилительным пунктом и усилителем, который используется для увеличения емкости телефонного кабеля.

В аппаратуру КАМА входит оконечное, промежуточное и коммутационное оборудование. Оконечное и коммутационное оборудование устанавливается на оконечных станциях (в помещении АТС или МТС), а промежуточное — на усилительных пунктах.

Оконечное и промежуточное оборудование перечислено ниже.

1. Стойка генераторного оборудования СГО. Обеспечивает аппаратуру всеми частотами (несущими, контрольными, сигнальными, синхронизации), необходимыми для работы четырех 30-канальных систем. На стойке расположены также блоки переговорно-вызывного устройства.

2. Стойка индивидуально-групповая СИГ. СИГ-А служит для передачи в линию нижней группы частот 12—256 кГц и приема верхней группы 304—548 кГц; СИГ-Б — для передачи в линию верхней группы 304—548 кГц и приема нижней 12—256 кГц; СИГ-О — для организации однополосной четырехпроводной системы связи в диапазоне частот 12—256 кГц. На стойках размещено индивидуальное и групповое оборудование одной 30-канальной системы, начиная от четырехпроводного низкочастотного

окончания (после дифсистемы) и кончая выходными зажимами линейных трансформаторов.

3. Общерядовая стойка ОРС. Состоит из ламп аварийной сигнализации ряда, счетчиков учета простоя системы, микротелефонной трубки со шнуром и штепселем для включения в блоки переговорно-вызывного устройства ПВУ.

4. Стойка передачи дистанционного питания СДП с шестью комплектами устройств передачи дистанционного питания, каждый из которых предназначен для питания трех усилительных станций.

1. Стойка промежуточных усилителей СПУ. Рассчитана на установку до четырех комплектов промежуточных усилительных трансляций с местным питанием УТ-М. Усилительные трансляции УТ-М бывают двух типов — с блоком АРУ и без него. В трансляцию входит полный комплект усилительного оборудования на два направления.

2. Необслуживаемый усилительный пункт с дистанционным питанием на две промежуточные двусторонние усилительные трансляции. Существует несколько разновидностей НУП: НУП-1 с двумя трансляциями без АРУ; НУП-2 — с АРУ; НУП-3 — комплект из двух усилительных трансляций УТ-Д без АРУ; НУП-4 — две УТ-Д с АРУ (УТ-Д — усилительная трансляция с дистанционным питанием). НУП-1 и НУП-2 устанавливают непосредственно в грунт, а НУП-3 и НУП-4 размещают в термостатированных цистернах или в помещении.

3. Промежуточный необслуживаемый кабельный усилитель УПН. Содержит один усилитель для одного направления передачи.

4. Переносной аппарат служебной связи АСС. Предназначен для ведения переговоров от НУП с оконечными станциями по фантомной цепи.

В коммутационное оборудование входят комплекты реле соединительных линий четырех типов: РСЛУИ — реле соединительной уплотненной исходящей линии; РСЛУВ — реле соединительной уплотненной входящей линии; РСЛУИМ — реле соединительной уплотненной исходящей междугородной линии; РСЛУВМ — реле соединительной уплотненной входящей междугородной линии. Эти комплекты реле размещаются на стативах для декадно-шаговых АТС (по 20 на каждом) и для координатных АТС (по 30 на каждом). На этих же стативах расположены дифференциальные системы и удлинители, необходимые для перехода с четырехпроводного окончания аппаратуры КАМА на двухпроводный низкочастотный телефонный тракт.

Все соединительные линии, образуемые на телефонных сетях с помощью аппаратуры КАМА, одностороннего действия. Это значит, что на одной станции устанавливается исходящий комплект РСЛУИ, включенный в поле групповых искателей соответствующей ступени искания ГИ-II/IV, ГИ-I, на другой — входящий комплект РСЛУВ, через который аппаратура подключается к

щеткам декадно-шагового искателя следующей ступени (или ЛИ).

Функциональная схема оконечной станции А дана на рис. 122.

При занятии свободной ВЧ соединительной линии из комплекта *РСЛУИ* на статическое реле *СР* подается плюс батареи. Реле срабатывает, и через его контакты на передатчик данного канала поступает сигнальная частота 3825 Гц, которая после преобразования соответствующей индивидуальной несущей частотой подается в групповую часть аппаратуры. На противоположном конце тракта (на приемной стороне) после демодуляции сигнальная частота выделяется полосовым фильтром. Затем в приемнике сиг-

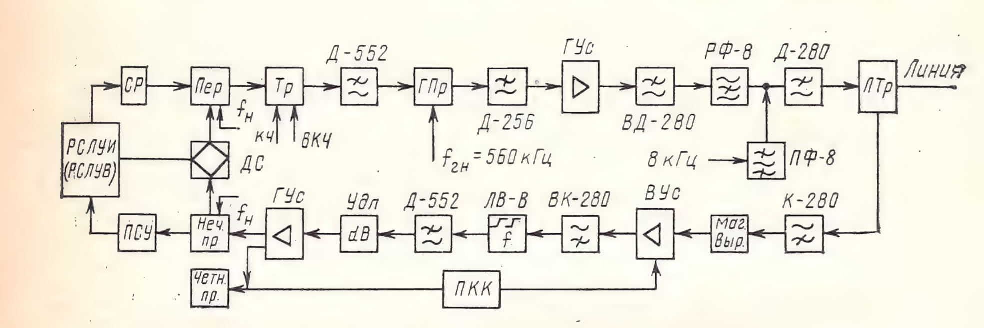


Рис. 122. Функциональная схема оконечной станции А системы КАМА

налов управления *ПСУ* она усиливается и детектируется. Во входящий комплект *РСЛУВ* поступает уже постоянный ток. После срабатывания приемного реле из входящего комплекта подается плюс батареи на статическое реле оконечной станции входящей стороны и сигнальная частота 3825 Гц передается в обратном направлении. Если сигнальная частота вследствие неисправности канала не поступит на исходящий конец, вызывающий абонент получит сигнал «Занято». После того как он положит трубку, неисправный канал блокируется и другой абонент занять его не может. Автоматическая блокировка неисправных каналов значительно облегчает эксплуатацию аппаратуры.

При исправном состоянии канала сигнальная частота поступает на исходящий конец до ответа вызываемого абонента. По телефонному каналу с момента установления соединения до ответа абонента с входящего конца передается зуммер станции *«Контроль посылки вызова»* или *«Занято»*. При разговоре абонентов токи сигнальных частот поступают на двухпроводный вход дифсистемы *РСЛУ*, а затем на вход передатчика, преобразовываются, проходят через групповые тракты обеих оконечных станций и попадают на приемник, где демодулируются. С выхода приемника токи тональных частот поступают на дифсистему входящего комплекта *РСЛУ*, а с двухпроводного выхода дифсистемы они поступают на соответствующий искатель АТС.

К индивидуальному оборудованию относятся приемопередатчики, статические реле *СР* и приемники сигналов управления *ПСУ*.

Выходы всех 30 передатчиков подключены к одному трансформатору *Тр*, который является первым элементом группового тракта. На этот трансформатор поступают преобразованные сигналы всех 30 передатчиков, причем несущая частота, поступающая на модулятор 1-го канала, равна 312 кГц, 30-го — 544 кГц. Это значит, что на выходе передатчика 1-го канала во время разговора будет спектр частот 312 300—315 400 Гц (передается верхняя боковая полоса частот). При передаче сигналов управления на выходе передатчика 1-го канала будет частота 315 825 Гц. Соответственно для 30-го канала на выходе передатчика будут частоты 54 300—547 400 и 547 825 Гц. Таким образом, частотный диапазон группового сигнала 30 передатчиков составит от 312 300 до 547 825 Гц.

Выходная обмотка суммирующего трансформатора *Тр* нагружена на фильтр нижних частот *Д-552*, который подавляет побочные продукты модуляции, поступающие с передатчиков. На эту же обмотку через удлинители подаются контрольная частота КЧ 304 кГц и вспомогательная контрольная частота ВКЧ 312 кГц, причем КЧ поступает в тракт постоянно. На станции А после фильтра *Д-552* включен групповой преобразователь *ГПр*, на который подается групповая несущая частота 560 кГц. Этот преобразователь собран по кольцевой схеме.

Фильтр *Д-256*, включенный после группового преобразователя, выделяет нижнюю боковую полосу частот 12—248 кГц и преобразованную контрольную частоту 256 кГц, подавляя остаток несущей частоты, верхнюю боковую полосу частот, а также остатки модулирующих частот 304—548 кГц. На выходе фильтра включен групповой усилитель *ГУс*. За групповым усилителем установлен выравниватель линейного фильтра *ВД-280*. Далее следует режекторный фильтр *РФ-8*, который вместе с полосовым фильтром *ПФ-8* предназначен для ввода в групповой тракт передачи станции А частоты 8 кГц. Она служит для синхронизации генераторного оборудования станции Б.

Затем групповой сигнал через направляющий фильтр *Д-280* поступает на линейный трансформатор *ЛТр* и передается в линию с измерительным уровнем 8,7 дБ. Станция Б принимает (при средней длине усилительного участка) этот сигнал с уровнем 43—44 дБ.

После этого сигнал, пройдя через фильтр Д-280 и режекторный фильтр РФ-8, а при необходимости и через магистральный выравниватель Маг. выр., попадает на выравниватель фильтра ВД-280 и линейный выравниватель ЛВ (на рис. 122 эта цепь не показана). Синхронизирующая частота 8 кГц задерживается фильтром РФ-8 и в групповой тракт не попадает, а через полосовой фильтр ПФ-8 направляется к генераторному оборудованию. Основной сигнал с полосой частот 12—256 кГц после вы-

равнивателя попадает на вспомогательный усилитель ВУс и групповой преобразователь приема, а далее уже с полосой частот 312—548 кГц через фильтр Д-548 и удлинитель — на групповой усилитель приема ГУс. В этом усилителе на выходе включен дифференциальный трансформатор, один из выходов которого нагружается на четные приемники и приемники контрольного канала ПКК, а другой — на нечетные приемники.

В обратном направлении (от Б к А) передается верхняя группа частот 312—548 кГц, поэтому тракт передачи станции Б и тракт приема станции А не имеют группового преобразования.

Токи с полосой частот 312—548 кГц от станции Б пройдя по линии через линейный трансформатор *ЛТр,* направляющий фильтр частот *К-280,* магистральный выравниватель *Маг. выр,* попадают на вспомогательный усилитель *ВУс.* Далее через выравниватель фильтра *ВК-280,* линейный выравниватель верхней группы *ЛВ-В,* фильтр нижних частот *Д-552* и удлинитель — к групповому усилителю приема *ГУс.*

Усиление и частотная характеристика вспомогательного усилителя *ВУс* зависят от сопротивления терморезистора, включенного в цепь обратной связи. Терморезистор подогревается током, поступающим из приемника контрольного канала *ПКК.*

На усилительных промежуточных станциях установлены такие же элементы, как и на оконечных. Групповые сигналы поступают на линейный трансформатор и от него разветвляются через направляющие фильтры *ДК-280,* выравниватели фильтров *ВД-280* или *ВК-280,* линейные выравниватели нижней или верхней полосы частот *ЛВ-Н* или *ЛВ-В* и групповые усилители *ГУс-Н* или *ГУс-В* (нижние или верхние). Для верхней полосы 312—548 кГц включается вспомогательный усилитель *ВУс,* который в случае установки АРУ управляется приемником контрольного канала *ПКК.*

Такая схема используется на обслуживаемых усилительных станциях с местным и на необслуживаемых с дистанционным питанием.

Конструкция оборудования КАМА отличается от систем высокочастотного уплотнения дальней связи (В-3-3, В-12-2, К-60П и др.). Она не имеет каркасов этажного типа и ближе к конструкции АТС декадно-шаговых систем.

На оконечной индивидуально-групповой стойке СИГ установлены блоки статических реле, отличающиеся наличием 24-ножевых колодок (вместо перемычек). Блок линейного трансформатора закреплен на стативе винтами и предусматривает непосредственное подключение внешних цепей. Монтаж высокочастотных цепей выполнен с обратной стороны стоек с помощью специальных соединителей — тройников.

Оборудование НУП размещается в стальной трубе диаметром 400 мм. Сверху НУП закрывается литой чугунной крышкой с уплотнением.

Стойки оконечных станций (СИГ, СГО, ОРС, СДП) и стойка промежуточных усилителей СПУ предназначены для эксплуатации в закрытых помещениях с температурой от 10 до 30°С. Необслуживаемый усилительный пункт НУП устанавливается непосредственно в грунт и рассчитан на работу при температуре окружающей среды от —40 до +50°С. Усилительные трансляции УТ-Д без наружного корпуса (НУП-3 и НУП-4) устанавливают в термостатированные цистерны — НУП типа К-60, УПН — в распределительные телефонные шкафы; последний рассчитан на работу при температуре от —20 до +40°С.

Все индивидуальное оборудование оконечной станции расположено в блоках приемопередатчиков и статических реле. Всего на стойке СИГ установлено 30 блоков приемопередатчиков и 30 статических реле (по числу каналов). Схемные особенности блока приемопередатчика обусловлены в основном тем, что в них нет полосовых фильтров на приеме и передаче, представляющих собой наиболее дорогостоящую и громоздкую часть систем уплотнения с частотным разделением каналов, так как применяется фазово-частотный модулятор.

Все 30 передатчиков нагружены на один выходной трансформатор, через первичную обмотку которого получают питание коллекторы 30 выходных транзисторов.

Генераторное оборудование расположено на отдельной стойке СГО и предназначено для обеспечения напряжением четырех 30-канальных систем групповых несущих частот; контрольных частот 304 и 312 кГц; частоты вызывного канала 3825 Гц; вспомогательной частоты для приемника контрольного канала системы АРУ 296 кГц и частоты синхронизации 8 кГц. Перечисленные выше частоты, кроме частоты вызывного канала, кратны 8, что упрощает их получение. Все генераторные блоки, кроме генераторов индивидуальных несущих частот, резервируются, причем оба блока равноправны, т. е. любой из них может работать и как основной, и как резервный. При выходе из строя основного блока резервный подключается автоматически. К генераторному оборудованию относятся также блок сигнализации и контрольное устройство, сигнализирующее о потере синхронности любого генератора индивидуальной несущей частоты.

Для служебной связи в аппаратуре КАМА предусмотрено переговорно-вызывное устройство ПВУ и переносной аппарат служебной связи АСС. Одно ПВУ обслуживает до четырех 30-канальных групп. При этом можно вести служебные разговоры по двум фантомным цепям и высокочастотным каналам (поочередно) подключенных стоек СИГ. Связь по ВЧ-каналу может осуществляться только между оконечными станциями, по фантомным цепям между оконечными станциями и между оконечной станцией и промежуточной. В данном случае на промежуточной станции используется переносной аппарат служебной связи. Переговоры между промежуточными станциями также могут вестись с помощью аппарата служебной связи по фантомной цепи.

На промежуточной усилительной станции смонтированы гнезда, на которые выведены станционные обмотки фантомных трансформаторов. К этим гнездам подключается аппарат служебной связи АСС. Он представляет собой малогабаритный телефонный аппарат с автономным питанием и генератором вызова 800 Гц. Вызов принимается на телефонный капсюль.

Дистанционное питание организуется через средние точки линейных трансформаторов. Устройство передачи дистанционного питания располагается на стойке СДП. Каждое устройство может питать три НУП, последовательно расположенных на линии. Для питания каждого из усилителей НУП необходимо напряжение 18 В, которое снимается с последовательно включенных в тракт дистанционного питания стабилитронов.

Если длина магистрали превышает 50 км, в одном из НУП устанавливают АРУ. В этом случае для АРУ снимается со стабилитронов напряжение 22 В. Ток, потребляемый усилителями НУП, с учетом тока, проходящего через стабилитрон, равен 0,15 А ($I_{дп}$). Сопротивление медной жилы кабеля диаметром 1,2 мм составляет 15,8 Ом/км, т. е. сопротивление пары жил, включенных параллельно, на длине 13 км равно 100 Ом ($R_л$). Сопротивление элементов НУП составляет около 160 Ом ($R_{нуп}$), в том числе сопротивление дросселя защитного устройства, предназначенного для уменьшения помех, $R_{зу}=37$ Ом. Учитывая, что каждый из четырех усилителей НУП питается от напряжения $U_{ус}=18$ В, получим следующее напряжение дистанционного питания при трех НУП, с учетом того, что в последнем НУП через два из четырех дросселей ЗУ ток не проходит: $U_{дп}=6R_л I_{дп}+3R_{нуп}I_{дп}+12U_{ус}-2R_{зу}I_{дп}=6\cdot 100\cdot 0{,}15+3\cdot 160\cdot 0{,}16+12\cdot 18-2{,}37\times 0{,}15=367$ В.

При длинных магистралях к рассчитанной величине $U_{дп}$ следует добавить $U_{ару}=2\cdot 22=44$ В.

Устройства передачи ДП рассчитаны на наибольшее напряжение дистанционного питания 420 В.

§ 70. СИСТЕМЫ ИКМ-30 И ИКМ-12

В нашей стране разработана система передачи ИКМ-30, позволяющая организовать 30 телефонных каналов по двум парам кабеля типа ТГ с жилами диаметром 0,5—0,7 мм или кабеля ТПП с жилами диаметром 0,5—0,7 мм.

Многоканальный цифровой сигнал, сформированный из 30 телефонных сигналов, передается со скоростью 2048 тыс. импульсов в секунду или 2048 кбит/с (бит — двоичная единица измерения количества информации; 1 бит=1 импульсу).

В состав системы передачи входит оборудование пунктов: оконечных ОП, обслуживаемых регенерационных ОРП и необслуживаемых регенерационных НРП. Последние размещаются через 0,35—2,7 км (в зависимости от типа кабеля) в типовых колодцах городской телефонной сети или в подвалах технических помещений

при условии соблюдения заданного температурного режима окружающей среды. Питание оборудования НРП осуществляется дистанционно с ОП и ОРП постоянным током напряжением 240 В; ток питания 110 мА одновременно подается на 10 НРП. Оборудование ОП и ОРП получает питание напряжением 60 В от станционной батареи.

Состояние линейного тракта на участке ОРП и НРП контролируется устройствами телемеханики, позволяющими определять неисправные регенераторы, место понижения давления в кабеле, открывание крышки НРП и место обрыва цепи дистанционного питания. В системе предусмотрена возможность организации служебной связи для взаимодействия между ОРП и НРП.

Оборудование ОП и ОРП включает: преобразовательное оборудование — стойка формирования группового цифрового сигнала из сигналов 30 телефонных каналов и сигналов управления; групповое оборудование — генераторы и распределители импульсов, кодирующие, декодирующие и синхронизирующие устройства; линейное оборудование — приемное и передающее устройства.

С помощью аппаратуры ИКМ-30 можно организовать канал звукового вещания (вместо четырех телефонных каналов 1, 9, 16 и 24-го), а также восемь каналов передачи дискретной информации со скоростью 8 кБод (вместо 8-го телефонного канала). При наличии дополнительного оборудования сопряжения можно организовать канал передачи дискретной информации вместо одного телефонного или даже всех телефонных каналов.

В системе ИКМ-30 предусмотрена служебная связь. По одной или двум парам кабеля обеспечивается включение до десяти станций в пару служебной связи. Вызов каждой станции осуществляется с помощью аппарата обходчика АО-30 из необслуживаемого регенерационного пункта НРП.

Оконечный пункт содержит стойки аналого-цифрового оборудования САЦО, оборудования линейного тракта СОЛТ, оконечного оборудования СОО или СОО-С, а также пульт служебной связи.

Обслуживаемый регенерационный пункт имеет стойку СОЛТ, а необслуживаемый — линейные регенераторы.

Стойка САЦО обеспечивает передачу и прием сигналов телефонии управления по четырем 30-канальным системам, организацию канала звукового вещания и каналов дискретной информации. К этой стойке подсоединяются комплекты аналого-цифрового оборудования АЦО на 30 каналов каждый. В АЦО предусмотрено место для установки 30 согласующих устройств для подсоединения каналов ИКМ к оборудованию АТС.

Стойка СОЛТ предназначена для согласования аппаратуры линейного тракта с оборудованием оконечной станции, подачи дистанционного питания на НРП, телеконтроля и сигнализации о состоянии линейного тракта и ведения служебных переговоров.

Стойки СОО и СОО-С обеспечивают передачу и прием телефонных сигналов, сигналов управления и взаимодействия по трем

или двум (СОО-С) 30-канальным системам, организацию каналов вещания и дискретной информации, дистанционное питание и контроль, а также ведение служебных переговоров. Стойка СОО-С питается от переменного тока, а СОО — от постоянного тока напряжением 60 В.

Структурная схема линии передачи с системой ИКМ-30 показана на рис. 123.

На необслуживаемых пунктах в системе телеконтроля (блоки *ТК* на оконечных станциях) предусматривается установка блоков контроля регенераторов *КР,* а также система служебной связи.

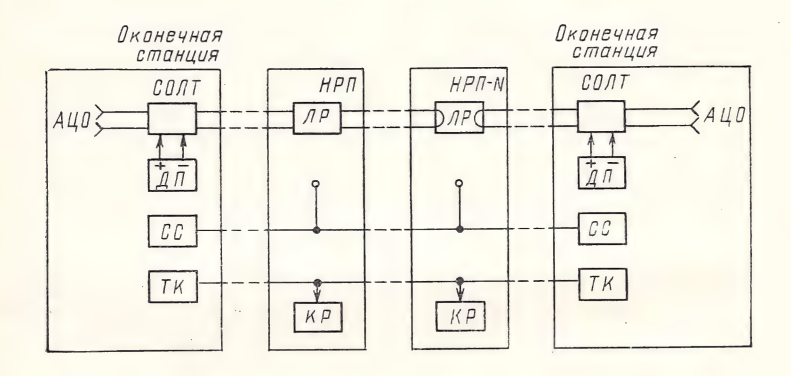


Рис. 123. Структурная схема линий передачи с системой ИКМ-30

Аналого-цифровое оборудование АЦО обеспечивает: сопряжение с использованием согласующих устройств аппаратуры ИКМ-30 с аппаратурой АТС; организацию с помощью автоматической коммутируемой дифсистемы двух- или четырехпроводного окончания канала; аналого-цифровое преобразование 30 телефонных сигналов или 26 телефонных сигналов и одного сигнала звукового вещания в передающей части оборудования и цифро-аналоговое преобразование в приемной части; ввод и вывод сигналов дискретной информации.

Квазиэлектронные согласующие устройства *АЦО* предназначены для работы как с декадно-шаговыми, так и с координатными АТС. Эти устройства могут быть следующих типов: СИ — универсальное согласующее исходящее устройство, применяемое для стыка с приборами исходящего шнура АТС как при местных, так и междугородных соединениях; СВ — согласующее входящее устройство для стыка с приборами входящего шнура АТС при местных соединениях; СВМ — согласующее входящее устройство, предназначенное для стыка с приборами входящего шнура АТС при междугородных соединениях.

Для того чтобы обеспечить постоянное соотношение сигнал — шум, особенно при малых сигналах телефонного сообщения, квантование осуществляется неравномерно, т. е. с переменным шагом *Т*

(см. рис. 105). Для этого перед квантованием осуществляется сжатие динамического диапазона входного сигнала, а после квантования — его расширение. Совокупность операций сжатия и расширения диапазона называется *компандированием сигнала.* В аналого-цифровом преобразователе ИКМ-30 применяется квазилогарифмическая характеристика компандирования с использованием восьмиразрядного двоичного кодирования. Аналого-цифровое преобразование сигнала звукового вещания производится с использованием частоты дискретизации 32 кГц.

Телеконтроль линейного тракта осуществляется с пульта для контроля регенераторов ПДКР. При этом на время поиска неисправного регенератора аппаратура, работающая по данному тракту, выключается из эксплуатации и в линию с пульта для контроля регенераторов подаются тест-сигналы. По этим сигналам в соответствующем необслуживаемом регенерационном пункте НРП блоком контроля регенератора КР вырабатывается информация о неисправности линейного регенератора ЛР, которая передается на оконечную станцию. Секция телеконтроля совпадает с секцией дистанционного питания; каждый из десяти НРП настроен на соответствующую контрольную частоту.

Для организации соединительных линий между сельскими АТС используется аппаратура ИКМ-12 с помощью которой уплотняются одночетверочные кабели с полиэтиленовой изоляцией типа КСПП $1\times4\times0{,}9$; КСПП $1\times4\times1{,}2$ или ВТСП. Аппаратура включается по однокабельной схеме. Скорость передачи группового цифрового сигнала в линии 704 кбит/с.

Аппаратура ИКМ-12 обеспечивает возможность передач по группе из 12 телефонных каналов, в каждой из них имеется три сигнальных канала для передачи сигналов управления и взаимодействия. В аппаратуре предусмотрена возможность организации канала вещания второго класса с полосой частот 100—6000 Гц вместо двух телефонных каналов, а также двух каналов для передачи дискретной информации со скоростью до 200 бит/с.

Оконечная станция состоит из 12-канального универсального блока ДУБ аналого-цифрового преобразования и блока оконечной регенеративной трансляции БОРТ.

БОРТ осуществляет регенерацию принимаемого из линии группового сигнала, дистанционное питание линейных регенераторов и организацию по фантомной цепи канала служебной связи. Максимальная дальность связи станции составляет 50 км при семи НУП для кабеля с диаметром жил 1,2 мм и восьми НУП для кабеля с диаметром жил 0,9 мм.

Дистанционное питание промежуточных станций осуществляется либо с одной оконечной станции (при длине цепи до 30 км) или с двух сторон (при длине линии до 50 км). Ток дистанционного питания составляет 80 мА напряжением от 15 до 150 В, которое зависит от дальности связи. Служебная связь осуществляется по той же цепи, что и дистанционное питание.

Оборудование необслуживаемого регенерационного пункта размещено в контейнере, представляющем собой сварной цилиндр из стали с чугунной защитной крышкой и внутренней герметизирующей алюминиевой крышкой.

Односторонний линейный регенератор помещен в герметическом полиэтиленовом корпусе.

В настоящее время разработан модернизированный вариант аппаратуры ИКМ-12 — аппаратура ИКМ-15 с 15 телефонными каналами тональных частот. Скорость передачи линейного сигнала составляет 1024 кбит/с.

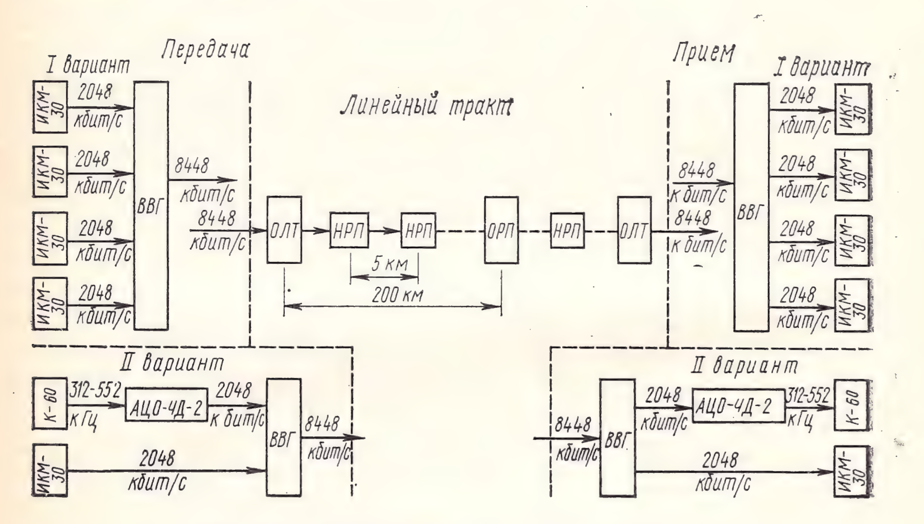


Рис. 124. Структурная схема системы ИКМ-120

§ 71. СИСТЕМЫ ИКМ-120, ИКМ-480, ИКМ-1920

Система ИКМ-120 предназначена для организации 120 телефонных каналов и передачи различной дискретной информации. Она построена на интегральных микросхемах и используется на местных и зоновых телефонных сетях с применением высокочастотных симметричных кабелей типа ЗКАПАП 1×4, МКСА 4×4, МКСБ 4×4, МКСАП 4×4, МКССП 4×4, МКСБ 7×4. Линейный тракт системы построен по двухкабельной четырехпроводной схеме.

В системе ИКМ-120 различают два типа оконечных станций — на 120 и 90 телефонных каналов. В первом случае (рис. 124) в оборудовании вторичного временного группообразования *ВВГ* формируется групповой поток со скоростью 8448 кбит/с благодаря объединению четырех систем ИКМ-30. Во втором случае в оборудовании *ВВГ* объединяются сигналы аналого-цифрового преобразования аппаратуры с частотным делением К-60П (АЦО-ЧД-2) и одной системы ИКМ-30.

В состав аппаратуры системы ИКМ-120 также входит оконечное оборудование линейного тракта *ОЛТ*, необслуживаемые *НРП* и

обслуживаемые *ОРП* регенерационные пункты и контрольно-измерительные приборы — пульт для испытания линейных трактов и регенераторов *ПИЛТ*, пульт для настройки и проверки регенераторов *ПНРП* и пульт для измерения рабочего и переходного затуханий участков линейного тракта *ИЗКЛ* между *НРП*. *ПИЛТ* предназначен для измерения коэффициента ошибок в линейном тракте и может использоваться как при условии прерывания связи, так и без него.

Оборудование линейного тракта используется для дистанционного питания и контроля за работой *НРП*, а также для организации служебной связи. Дистанционное питание организуется по рабочим парам кабелей прямого и обратного направлений передачи. Длина секции дистанционного питания составляет 200 км, т. е. через каждые 200 км в линейном тракте устанавливаются *ОРП*. Номинальная протяженность регенерационного участка 5 км.

Встроенная система контроля и сигнализации позволяет автоматически, без перерыва связи контролировать работу всех узлов *ВВГ*, сигнализировать о неисправности с точностью до блока. Служебная связь между оборудованием *ВВГ* различных станций осуществляется по цифрому каналу.

Телеконтроль линейного тракта производится без перерыва связи по рабочим парам кабеля. Сигналы запроса, вырабатываемые в *ОЛТ*, и ответные сигналы из *НРП* передаются на частоте 6,4 кГц. Оборудование телеконтроля обслуживает участки линейного тракта длиной до 100 км с обеих сторон, т. е. длина секции телеконтроля составляет 200 км, причем телеконтроль может осуществляться в ручном и автоматическом режимах. В первом случае обеспечивается возможность выбора контролируемых направлений и номера секции, а во втором — все направления и секции контролируются поочередно, вплоть до момента обнаружения поврежденного регенератора.

Для служебной связи *ОЛТ — ОЛТ* или *ОЛТ — НРП* используются рабочие пары кабеля в полосе частот 300—3400 Гц.

В системе ИКМ-120 используются НРП трех типов: НРП — Г8, НРП — К4 и НРП — 02.

НРП — Г8 предназначен для установки в грунт и рассчитан на восемь двусторонних регенераторов. Он состоит из корпуса, представляющего собой стальной цилиндр диаметром 720 мм и длиной 600 мм, и выемной кассеты, в которую устанавливаются регенераторы.

НРП — К4 устанавливается в смотровые колодцы кабельной сети или в цистерны НУПК-60П; он рассчитан на четыре двусторонних регенератора. Корпус НРП — К4 выполнен из чугуна, имеет герметизирующую крышку; его конструкция унифицирована с НРП, используемым в ИКМ-30.

НРП — 02 предназначен для установки на железобетонных или деревянных опорах; он предусмотрен на два двусторонних регенератора. Корпус НРП-02 сделан из алюминия.

Система ИКМ-480 обеспечивает организацию до 480 каналов тональной частоты при скорости передачи в групповом тракте 34 368 кбит/с. Линейный тракт организуется по однокабельной схеме.

В состав аппаратуры входит оборудование третичного временного группообразования *ТВГ* (рис. 125), оконечное оборудование линейного тракта *ОЛТ*, обслуживаемые *ОРП* и необслуживаемые *НРП* регенерационные пункты, а также контрольно-измерительные приборы. Пульт для проверки параметров регенераторов и паспортизации цифровых трактов *ППРПТ-34* содержит генератор кодов

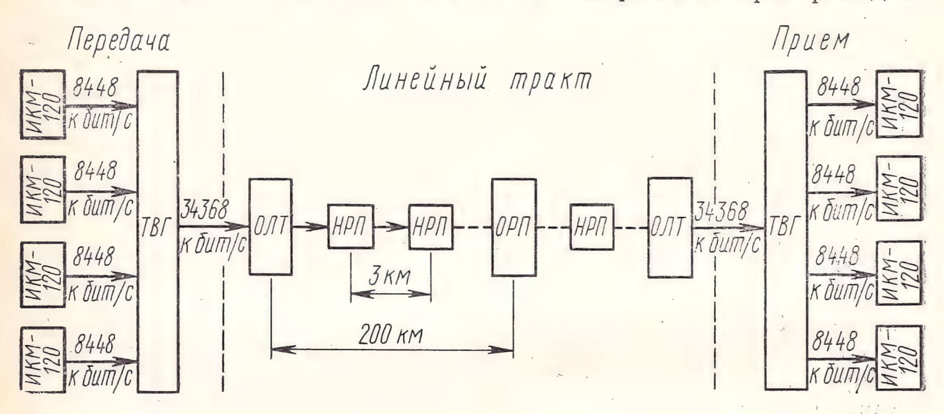


Рис. 125. Структурная схема системы ИКМ-480

ГК-34, имитатор кабельного участка *ИКУ-34* и детектор ошибок *ДО-34*. Измеритель затухания кабельной линии *ИЗЛК-34* предназначен для измерения затухания коаксиальных пар 1,2/4,4 мм кабеля *МКТ-4*, по которым работает система ИКМ-480. Этот прибор измеряет также сопротивление жил и сопротивление изоляции жил кабеля. Прибор для контроля регенерационных участков *ПРКУ-34* обеспечивает оценку исправности линейного регенератора в полевых условиях без перерыва связи по величине коэффициента ошибок и амплитуде импульсов на выходе регенератора.

Оборудование *ТВГ* осуществляет формирование группового потока со скоростью 34 368 кбит/с путем объединения четырех цифровых потоков (их скорость 8448 кбит/с), вырабатываемых в аппаратуре ИКМ-120.

Аппаратура *ОЛТ* обеспечивает дистанционное питание и контроль *НРП*, организацию служебной связи по отдельным парам кабеля. Номинальная протяженность регенерационного участка составляет 3 км. Система телеконтроля и сигнализации в оборудовании *ТВГ* обеспечивает автоматическое определение номера неисправного блока. Телеконтроль линейного тракта осуществляется без перерыва связи. Система участковой телемеханики *УТМ* может обеспечивать наблюдение за 33 *НРП*. В автоматическом режиме

УТМ обеспечивает постоянный контроль коэффициента ошибок каждого направления передачи в пределах секции обслуживания (200 км).

Необслуживаемый регенерационный пункт *НРП-Г2*, применяемый в системе ИКМ-480, размещается в контейнере и устанавливается непосредственно в грунт. В одном контейнере размещаются два линейных регенератора.

Система ИКМ-1920, так же как и ИКМ-480, используется на зоновых и магистральных сетях. Она имеет 1920 телефонных каналов. В системе используются кабели КМ-4 с коаксиальными парами 2,6/9,5 мм.

Таблица 6. **Зависимость напряжения питания и длины линий от системы передачи**

Тип системы	Максимальное напряжение дистанционного питания, В	Дальность связи, км
ИКМ-120	980	600
ИКМ-480	1300	2 500
ИКМ-1920	1700	12 500

Аппаратура системы ИКМ-1920 состоит из оборудования четверичного временного группового преобразования ЧВГ, линейного тракта кабельных линий и специализированных контрольно-измерительных приборов. Структурная схема организации связи с использованием аппаратуры ИКМ-1920 подобна схеме, приведенной на рис. 125. Оборудование ЧВГ осуществляет объединение четырех третичных потоков, имеющих скорости 34 368 кбит/с, в общий групповой поток со скоростью передачи 139 264 кбит/с.

Оборудование линейного тракта обеспечивает дистанционное питание и телеконтроль оборудования НРП, организацию служебной связи. Номинальная длина участка регенерации составляет 3 км, максимальное расстояние между обслуживаемыми регенерационными пунктами 240 км.

Данные по дистанционному питанию и дальности связи систем ИКМ-120, ИКМ-480 и ИКМ-1920 приведены в табл. 6.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение аппаратуры КВ-12? Чем она отличается от аппаратуры В-12-2?
2. Какие типы обслуживаемых усилительных станций системы К-24-2 вы знаете?
3. Какова номинальная длина усилительного участка при использовании аппаратуры К-60П и от чего она зависит?
4. Сколько существует ступеней преобразования частот в системе передачи К-60П?
5. В чем преимущества аппаратуры V-60E по сравнению с К-60П?
6. Каково назначение аппаратуры передачи кабельных цепей КАМА? В чем ее отличие от КРР?

ГЛАВА XI

АППАРАТУРА ПЕРЕДАЧИ ПО КОАКСИАЛЬНЫМ КАБЕЛЯМ

§ 72. СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ К-120

В аппаратуре К-120 применяется двухполосная двухпроводная система связи. Для передачи используется 120 каналов с полосой частот 60—552 кГц в направлении А—Б и 812—1304 кГц в направлении Б — А.

Система имеет оконечные пункты ОП, обслуживаемые пункты переприема ОПП и необслуживаемые усилительные пункты НУП двух видов—без выделения каналов и с возможностью ответвления и ввода выделенных групп каналов. При наличии оборудования ответвления и ввода выделяемых каналов НУП становится обслуживаемым НУП—ОУП, с таким же оборудованием, как и на ОП. На участке обслуживаемый переприемный пункт — оконечный пункт можно организовать до трех пунктов выделения. По коаксиальному кабелю также передаются сигналы телемеханики и контроля, НЧ и ВЧ служебной связи, контрольные частоты. С учетом всех этих сигналов общая полоса частот системы составляет 0,8—1491 кГц.

В состав оборудования ОП входит оборудование для формирования первичных 60-канальных групп с полосами частот 312—552 кГц — стойки индивидуального преобразования СИП-60 (такие же, как в аппаратуре К-60); стойки преобразования первичных групп СПП и стойки линейного оборудования СЛО. Стойки СЛО осуществляют преобразование сигналов вторичных групп (60—552 кГц) в сигналы линейного спектра одного из направлений передачи (60—552 или 812—1304 кГц), а также обратное преобразование на приеме.

В пунктах выделения первичных групп вместо стойки СЛО устанавливается стойка линейного оборудования пункта выделения СЛОВ.

Функциональная схема тракта передачи и приема оконечного пункта показана на рис. 126. От стоек СИП-60 в направлении *А—Б* сигналы с полосами частот 312—552 кГц поступают на оборудование сопряжения. Одна из полос (на рисунке нижняя) проходит на вход усилителя без преобразования через фильтр верхних частот *К-312*. От другой стойки эта полоса частот с помощью несущей частоты 612 кГц преобразуется в полосу 60—300 кГц и выделяется фильтром *Д-300*. От усилителя *Ус* общий спектр частот 120-канальной группы 60—552 кГц подается к оборудованию линейного тракта, куда включены полосовой фильтр *ПФ* 60—552 кГц, линейный усилитель *ЛУс* и фильтр нижних частот *Д-660*. В линейном усилителе в общий линейный спектр направления *А—Б* включается контрольная частота 564 кГц.

В обратном направлении *Б—А* передается полоса частот 120-канальной группы 812—1304 кГц, контрольная частота 1364 кГц,

а также токи сигнализации и телеконтроля в полосе частот 1400—1412 кГц и ВЧ служебной связи 1485,6—1490,4 кГц. Эти частоты проходят через фильтр верхних частот *К-660*, линейный усилитель *ЛУс*, изменяющий свое усиление под действием выделенной контрольной частоты приемника контрольного канала *ПКК*, переменный выравниватель *В*, основной усилитель *Ус* и поступают на преобразователь *Пр*. С помощью несущей частоты 1364 кГц получаем полосу частот 60—552 кГц, которая попадает в оборудование сопряжения линейного тракта со стойками индивидуального преобразо-

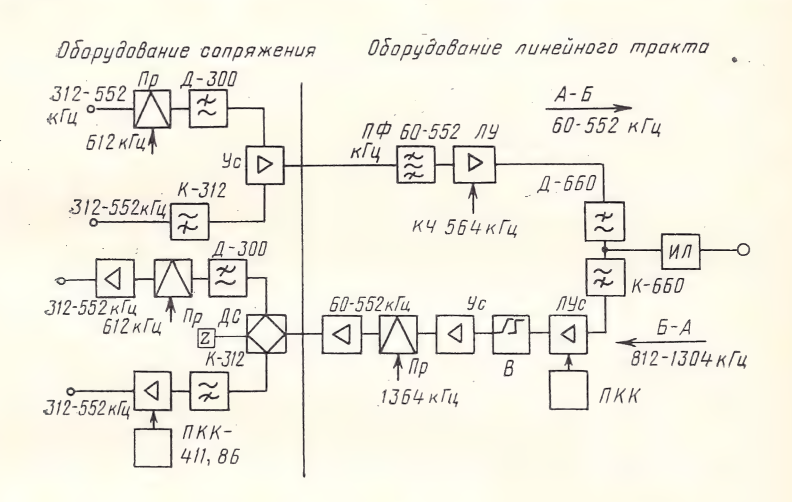


Рис. 126. Функциональная схема тракта передачи и приема оконечного пункта

вания. Здесь с помощью дифсистемы *ДС* и фильтров *Д-300* и *К-312*, а также преобразователя *Пр* получаем две полосы частот 312—552 кГц 60-канальных групп. Усиление усилителей полосы частот 312—552 кГц регулируется контрольной частотой 411,86 кГц.

Устройства телеконтроля и служебной связи на данной схеме не показаны. Они установлены на стойке СЛО (или СЛОВ). Со стойки СЛО подается также дистанционное питание на НУП, выполненное по схеме «провод — провод» (центральная жила — трубка коаксиального кабеля). Со станций *А* и *Б* подается постоянный ток 75 мА напряжением до 250 В.

Особенностью НУП системы К-120 является наличие одного усилителя для обоих направлений передачи, что повышает экономичность и надежность аппаратуры и позволяет использовать более низкое напряжение дистанционного питания.

Функциональная схема тракта передачи НУП без выделения каналов приведена на рис. 127 (устройства телеконтроля и служебной связи не показаны). Линейные фильтры *ЛФ1* и *ЛФ2* выделяют рабочую полосу частот 120 каналов 60—1304 кГц и контрольную

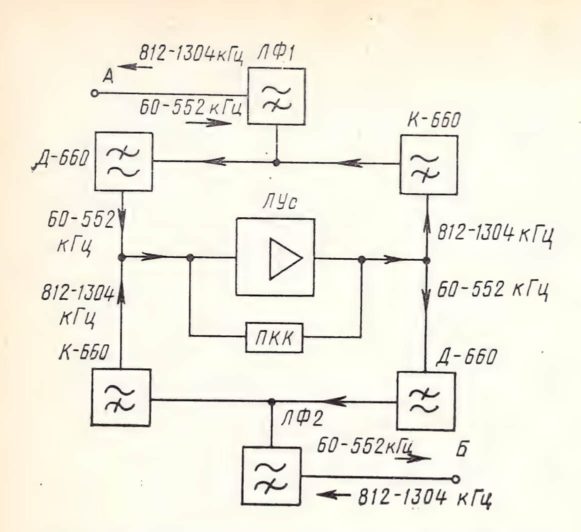


Рис. 127. Функциональная схема тракта передачи НУП без выделения каналов

частоту 1364 кГц, которая управляет усилением линейного усилителя *ЛУс*. От станции *А* многоканальный сигнал полосой частот 60—552 кГц проходит на вход *ЛУс* через направляющий фильтр *Д-660*. Усиленный сигнал также через фильтр *Д*-660 и линейный фильтр *ЛФ2* проходит в линию.

От станции *Б* многоканальный сигнал с полосой частот 812—1304 кГц проходит через фильтр *ЛФ2*, направляющий фильтр верхних частот *К*-660, *ЛУс*, снова *К*-660, *ЛФ1* и поступает в линию.

Оборудование для ответвления и ввода сигналов первичных групп подключается на выходе *ЛУс*. Усиление *ЛУс* на контрольной частоте 1364 кГц составляет 34,1 дБ с возможностью регулирования в пределах ±5,36 дБ.

§ 73. СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ К-300

Аппаратура системы передачи К-300 предназначена для организации 300 телефонных каналов по коаксиальным парам комбинированного кабеля КМБ-8/6. Для этой системы используют кабели с малогабаритными коаксиальными парами; диаметр трубки — 4,4 мм. На магистралях прокладывают один кабель: коаксиальные пары его используются для передачи в двух направлениях сигналов двух систем К-300, симметричные пары — для организации двух четырехпроводных каналов НЧ служебной связи и телеконтроля аппаратуры НУП, а сигнальная жила — для контроля за состоянием изоляции кабеля.

В аппаратуре К-300 применяется однополосная четырехпроводная система связи. Линейный спектр 300 каналов составляет 60—1300 кГц; он образуется из пяти 60-канальных групп. Схема образования линейного спектра и распределение частот показаны на рис. 128.

Из рисунка видно, что группы частот *1, 3, 4, 5* преобразовываются с помощью несущих частот 612, 1116, 1364, 1612 кГц; группа *2* частот передается в линию без преобразования.

Средняя длина усилительного участка системы К-300 составляет 5,8 км. Установочные регуляторы позволяют компенсировать

затухание участков длиной от 5,3 до 6,1 км. Затухание более коротких участков дополняется с помощью искусственных линий, замещающих кабели длиной 0,355; 0,71; 1,42; 2,13 и 2,48 км. Между соседними ОУП можно размещать до 40 НУП. Таким образом, длина участка между двумя обслуживаемыми усилительными пунктами достигает 240 км, а максимальная длина связи — 12 500 км.

При разработке системы передачи К-300 предусмотрена возможность организации ее на магистралях семи типов станций: оконечные пункты ОП; обслуживаемые усилительные пункты ОУП с

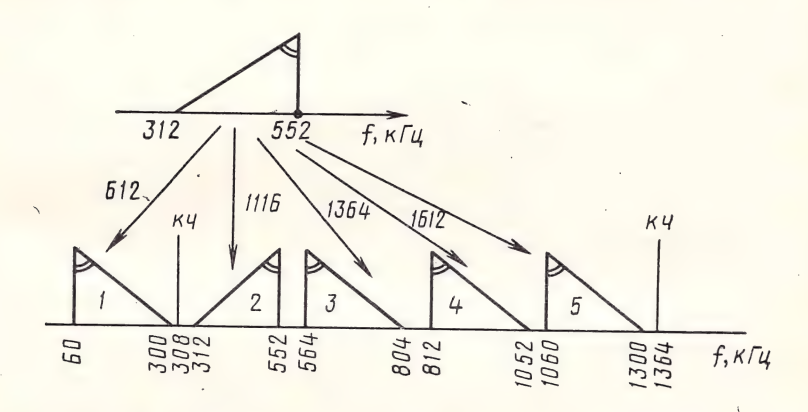


Рис. 128. Схема образования линейного спектра и распределение частот

круглосуточным обслуживанием; ОУП-А с некруглосуточным обслуживанием; ОУП с выделением групп каналов; необслуживаемые усилительные пункты НУП с устройствами автоматической регулировки уровня АРУ без контрольной частоты; НУП с АРУ и контрольной частотой; НУП с устройствами коррекции амплитудно-частотной характеристики АЧХ.

Качественные показатели телефонных каналов соответствуют рекомендациям МККТТ для многоканальных систем передачи кабельных линий. Часть каналов может быть использована для подключения аппаратуры передачи дискретной информации, тонального или фототелеграфа, а также радиовещания.

Для установки уровней при настройке магистрали в усилителях всех промежуточных пунктов предусмотрены ступенчатые регуляторы усиления, а для поддержания этих уровней в процессе эксплуатации — АРУ. В усилителях тракта приема оконечных станций, в ОУП и в части НУП (рекомендуется в каждом пятом) автоматические регуляторы уровня управляются контрольными частотами 1364 и 308 кГц. В остальных НУП используются АРУ, управляемые терморезисторами, закопанными с магистральными кабелями (на расстоянии 1 м от НУП) и реагирующими на изменение температуры грунта.

Элементы усилительного тракта одного направления заключены в герметизированный блок линейных усилителей БУЛ. В каждом НУП имеется четыре БУЛ, а также блоки с узлами служебной связи и телемеханики. Все эти блоки монтируют в контейнере НУП, который закапывают в грунт. Контейнер представляет собой стальной цилиндр высотой 930 мм с толщиной стенок 9 мм. Дно цилиндра, изготовленное из такого же стального листа, приваривают. Откидная верхняя крышка имеет резиновое уплотнение, исключающее попадание влаги. Над контейнером сооружается надземное помещение, позволяющее в случае необходимости открывать крышку контейнера при неблагоприятной погоде.

Для служебных переговоров технический персонал оконечного пункта, обслуживающий систему К-300, использует канал магистральной служебной связи МСС, организованный по одному из каналов системы К-300. Связь остальных ОУП и НУП осуществляется по двум четырехпроводным каналам НЧ, организованным по симметричным парам кабеля. Для компенсации затухания кабеля каналы НЧ оборудуют усилителями служебной связи УСС, размещенными во всех НУП.

Питание УСС осуществляется по отдельным цепям дистанционного питания с использованием тех же симметричных пар. Поэтому качество служебной связи не зависит от состояния цепей, питающих систему К-300.

Оборудование оконечных пунктов системы К-300 состоит из аппаратуры преобразования и сопряжения, а также аппаратуры линейного тракта.

Аппаратура преобразования и сопряжения представляет собой аппаратуру индивидуального оборудования — стойки СИП-60, СТВ-ДС-60 и СИО-24п; группового преобразования — унифицированные стойки первичных УСПП-1, УСПП-2 и вторичных УСВП-1 и УСВП-2 преобразователей; генераторного оборудования — СУГО-I-4 и СУГО-II; коммутационной аппаратуры — стойки коммутации первичных групп СКП-1 и вторичных или третичных 30-, 60- или 300-канальных групп СКВТ-1.

Аппаратура линейного тракта (на две системы) включает в себя: стойку линейных усилителей и корректоров оконечного пункта СЛУК-ОП; стойку дистанционного питания СДП; стойку телемеханики и дистанционного питания СТДП; стойку питания аппаратуры линейно-аппаратного цеха СПЛ; стойку унифицированного оборудования служебной связи ССС-1 или ССС-2.

Аппаратура индивидуального преобразования была рассмотрена ранее.

Унифицированная стойка первичного преобразования УСПП предназначена для преобразования токов из спектра 12-канальных групп частотой 60—108 кГц в спектр 60-канальных (вторичных) групп частотой 312—552 кГц в тракте передачи и обратного преобразования в тракте приема. Стойки УСПП-1 рассчитаны на формирование пяти 60-канальных групп (300 каналов) из 25 12-канальных групп с прямым или инверсным расположением каналов.

Стойка УСПП-2 служит для формирования двух 60-канальных групп (120 каналов) с возможностью доукомплектования 60-канальными блоками до полной емкости (300 каналов).

Функциональная схема стойки УСПП показана на рис. 129.

Первичная 12-канальная группа с полосой частот 60—108 кГц через входной согласующий трансформатор *Тр* и фильтр низких частот *Д-125* подается на преобразователь *Пр*. Сюда же подается и соответствующая несущая частота. Полезные полосы частот выделяются полосовыми фильтрами *ПФ* и объединяются в группу 312—522 кГц. Устройства объединения и разъединения первичных групп представляют собой трансформаторы с несколькими обмотками. Режекторный фильтр *РФ-411,85* устраняет частоту 411,85 из общего спектра частот, которая затем используется в качестве контрольной, вводимой в выходной усилитель *Ус*.

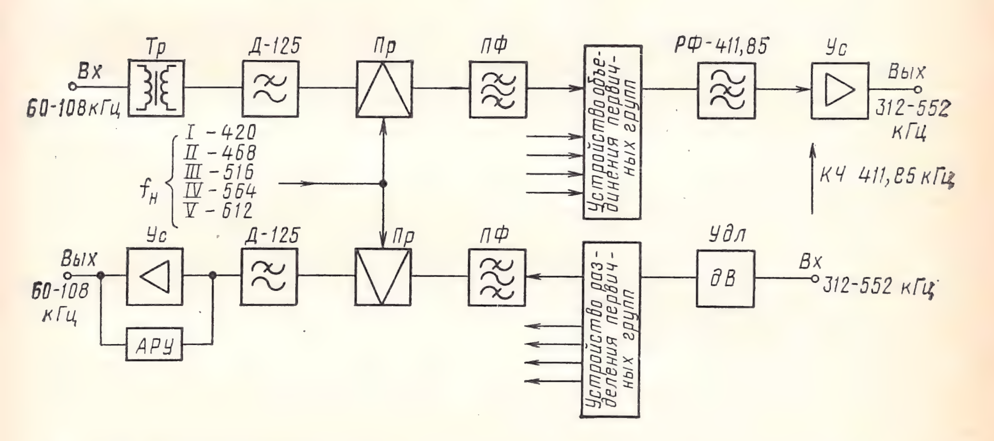


Рис. 129. Функциональная схема унифицированной стойки первичных преобразователей УСПП

В приемном тракте УСПП полоса частот 312—552 кГц через удлинитель подается на устройство разделения и полосовые фильтры *ПФ*, выделяющие необходимую полосу частот. После преобразователя и фильтра *Д-125* 12-канальная группа со спектром частот 60—108 кГц усиливается усилителем *Ус*, который управляется контрольной частотой 84,14 кГц.

Примерно по такой же схеме построена аппаратура стойки вторичного преобразования УСВП, предназначенная для преобразования токов из спектра частот основной вторичной группы 312—552 кГц в спектр частот основной третичной группы 812—2044 кГц в тракте передачи и обратного преобразования в тракте приема. К стойке подаются пять 60-канальных групп с полосами частот 312—552 кГц, которые с помощью несущих частот 1364, 1612, 1860, 2108 и 2356 кГц и полосовых фильтров преобразуются в полосы 812—1052, 1060—1300, 1308—1548, 1556—1796 и 1804—2044 кГц,

составляющие после объединения общую полосу частот 812—2044 кГц.

Токи несущих и контрольных частот УСПП получают от генераторного оборудования — стойки СУГО-I, а УСВП — от стойки СУГО-II.

Стойка линейных усилителей и корректоров оконечного пункта СЛУК-ОП служит для усиления сигналов в диапазоне частот 60—1300 кГц, обеспечения номинальных уровней в точке сопряжения линейного тракта с преобразовательным оборудованием и для автоматической и ручной коррекции амплитудно-частотных характеристик линейного тракта. Оборудование линейного тракта, устанавливаемое на стойке, позволяет организовать тракты передач и приема для двух систем.

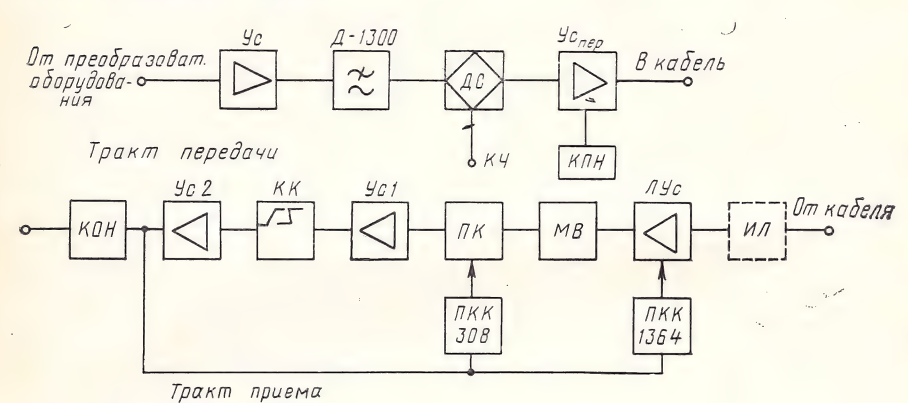


Рис. 130. Функциональная схема стойки линейных усилителей и корректоров оконечного пункта СЛУК-ОП системы К-300

Функциональная схема СЛУК-ОП системы К-300 приведена на рис. 130.

В тракт передачи включены два усилителя, фильтр нижних частот *Д-1300* и дифсистема *ДС*, с помощью которой вводятся частоты 308 и 1364 кГц. Усилитель передачи $Ус_{пер}$ имеет контур прямого наклона *КПН* (контур предыскажения).

В тракт приема предусмотрена возможность включения искусственной линии *ИЛ*. В линейный усилитель *ЛУс* входят устройства АРУ, управляемые контрольными токами 1364 кГц. После *ЛУс* включены: магистральный выравниватель *МВ*; переменный контур *ПК*, управляемый контрольным током частотой 308 кГц; усилитель *Ус1* (с плоской характеристикой); косинусный корректор *КК*; второй усилитель *Ус2* и контур обратного наклона *КОН*, компенсирующий действие контура предыскажения тракта передачи. Косинусные корректоры используются для ручной регулировки амплитудно-частотной характеристики АЧХ в процессе настройки.

Приемник контрольного канала *ПКК* выделяет ток частотой 1364 кГц и после усиления и выпрямления сравнивает его уровень

с эталонным значением, выработанным в этом же *ПКК*. Разность тока воздействует на терморезистор, включенный в цепь отрицательной обратной связи *ЛУс*, и изменяет АЧХ последнего так, чтобы компенсировать погрешности грунтовых АРУ, накопившиеся на части магистрали (от предшествующего *ПКК-1364*).

ПКК-308 отличается только фильтром и настройкой резонансных контуров. Воздействие его на *ПК* компенсирует температурные искажения *ЛУс* участка *ОУП-ОУП*, ощутимые в нижней части передаваемой полосы.

На СДП размещены устройства дистанционного питания двух систем К-300. Устройства ДП каждой системы состоят из основного и резервного комплектов. В состав СДП входят фильтры, стабилизаторы тока, преобразователи напряжения и автоматическое устройство переключения с основного комплекта на резервный.

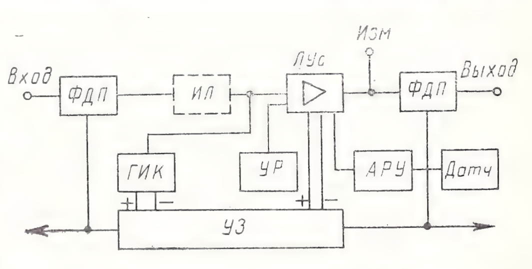


Рис. 131. Структурная схема НУП с автоматическим регулятором уровня без контрольных частот

В состав оборудования СТДП входят четыре платы ДП УСС и четыре платы преобразователя напряжения. Стойка ССС с усилителями и коммутационно-вызывным оборудованием каналов служебной связи является типовой для всех многоканальных систем.

На СПЛ установлены угольные регуляторы напряжения, автоматические выключатели и устройства распределения и защиты напряжением 21,2 В, питающие аппаратуру. Ток обычно подается от городской сети через выпрямитель, работающий в буферном режиме с аккумуляторной батареей, а при отсутствии напряжения в городской сети — от указанной батареи.

Обслуживаемая усилительная станция имеет следующую аппаратуру: СЛУК-ОУП, две стойки дистанционного питания СДП, стойку телемеханики и дистанционного питания СТДП, стойку СПЛ и ССС-1 или ССС-2.

Стойка СЛУК-ОУП отличается от СЛУК-ОП наличием линейного выравнивателя вместо магистрального выравнивателя и фильтра Д-1400, а также тем, что в ней нет контура обратного наклона КОН.

Оборудование НУП состоит из четырех блоков линейных усилителей БУЛ, блока усилителя служебной связи, блока линейных трансформаторов служебной связи, блока телемеханики, выносного щупа грунтовой АРУ и четырех линейных щитков.

Структурная схема НУП с АРУ без КЧ для одного направления передачи приведена на рис. 131. Блоки БУЛ для обоих направлений передачи одинаковы, поэтому на рисунке показана схема только одного БУЛ. Сигналы системы К-300, приходящие с линии,

поступают на фильтр дистанционного питания *ФДП*, отделяющий сигналы ВЧ от постоянного тока ДП. Кроме того, в *ФДП* размещены разрядники, включенные параллельно коаксиальной паре и защищающие аппаратуру от грозовых разрядов. Через ВЧ-часть одного *ФДП*, усилитель *ЛУс* и ВЧ-часть другого *ФДП* сигналы системы К-300 проходят на следующий участок.

Для защиты аппаратуры от продольных напряжений, которые могут быть наведены электрифицированными железными дорогами и линиями электропередачи, предусмотрены узлы защиты *УЗ*.

В каждом БУЛ имеются генераторы измерительно-контрольных частот *ГИК*, выдающие частоты 1398 и 2704 кГц. По сигналу, переданному с ОУП по цепям телемеханики, выходы генераторов подключаются к входу линейного усилителя. Ток с частотой 1398 кГц, лежащей в пределах усиливаемой полосы, проходит по тракту до следующего ОУП, где он может быть измерен избирательным прибором (измеряет уровень только с частотой 1398 кГц). По результатам измерения можно определить величину усиления и участок повреждения. Ток с частотой 2704 кГц в линии затухает и до следующего НУП не доходит. Однако наличие тока с частотой 1304 кГц, подаваемой в линию с ОП во время измерений, приводит к тому, что на выходе усилителя данного НУП появляется ток с частотой 1400 кГц, которая является разностью между частотами 2704 и 1304 кГц. Эта частота распространяется по линии. На следующем ОУП измеряют уровень частоты 1400 кГц избирательным прибором и по результатам измерения судят о величине затухания нелинейности данного НУП.

В схеме линейного усилителя есть установочный регулятор УР для ручной регулировки уровня.

Блок БУЛ для НУП с коррекцией отличается от БУЛ с АРУ с КЧ тем, что в нем предусмотрен специальный корректор амплитудно-частотной характеристики, а затухание, вносимое элементами корректора, компенсируется дополнительным усилителем. Габариты БУЛ всех трех модификаций одинаковы, а их конструкция обеспечивает возможность взаимной замены.

Напряжение дистанционного питания на НУП подается по схеме «провод — провод» по центральным жилам коаксиальных пар. Максимальное напряжение постоянного тока, подаваемого в линию, равно 980 В. Оно обеспечивает питание до 20 НУП от ОУП в каждую сторону; ток в цепи дистационного питания равен 35 мА.

§ 74. СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ К-1920

Система К-1920 представляет собой однополосную, четырехпроводную связь с линейным спектром 312—8524 кГц, что позволяет организовать 1920 каналов тональной частоты или 300 каналов тональной частоты и один телевизионный канал.

В первом случае для сокращения оборудования линейный спектр формируют из основных вторичных 60-канальных и третич-

ных 300-канальных групп следующим образом. Одну вторичную группу частот полосой 312—552 кГц передают по линии без преобразования, а вторую преобразуют несущей частотой 1116 кГц и передают нижнюю боковую полосу частот 564—804 кГц. Одну третичную группу частот передают без преобразования в полосе 812—2044 кГц, а следующие пять преобразуют несущими частотами 4152, 5448, 6744, 8040 и 9336 кГц и используют для передачи нижние боковые полосы.

Во втором случае сигналы звукового сопровождения телевидения с частотами 0,03—15 кГц преобразуются несущей частотой 273 кГц и передаются верхней боковой полосой частот 273,03—288 кГц (подавляя несущую и нижнюю боковую полосу с помощью фазоразностной схемы). К двум вторичным группам телефонных каналов, по которым передаются (как и в первом варианте) частоты с полосой 312—804 кГц, добавляются еще три группы, преобразованные несущими частотами 1364, 1612 и 1860 кГц в полосы 812—1052, 1060—1300 и 1308—1548 кГц. Спектр телевизионного сигнала составляет 1891—8491 кГц с несущей частотой 2491 кГц, причем по линии передают верхнюю боковую полосу модулированного сигнала, несущую и часть нижней боковой полосы частот.

Кроме указанных сигналов в линейный тракт подают также (постоянно или по мере надобности) ряд частот для измерений и управления устройствами АРУ. Основной контрольной частотой является 5974 кГц; используются также КЧ 308, 1056, 8544 кГц; частоты 3372 и 4656 кГц применяют для измерения уровней, а 1364,12 кГц — для обнаружения усилителя с повышенной нелинейностью.

Длина усилительного участка системы К-1920 составляет 6 км с отклонениями не более чем на ±0,3 км.

В отдельных случаях затухание более коротких участков доводится до нормы с помощью искусственных линий. Между соседними обслуживаемыми усилительными пунктами ОУП может быть размещено не более 30 НУП, поэтому расстояние между соседними ОУП не превышает 186 км. Максимальная протяженность переприемных участков каналов и групп составляет 1500 км. Для организации связи на большие расстояния в переприемных трактах используют транзитные соединения отдельных каналов первичных, вторичных или третичных групп. В отдельных ОУП, называемых ОУП-П, предусмотрена возможность выделения одной или двух вторичных групп с линейным спектром 312—552 и 564—804 кГц, однако во избежание чрезмерных искажений амплитудно-частотной характеристики не следует выделять такие вторичные группы более чем в трех ОУП на переприемном участке.

Для телевизионных каналов большой протяженности также применяют транзитные соединения, которые организуют как по видео-, так и по линейному спектру. Ответвления для телевизионных программ можно осуществлять во всех ОУП, а введение их в линейный тракт системы К-1920 — только в ОУП-П.

Максимальная дальность связи с использованием аппаратуры К-1920 составляет 12 500 км.

С целью уменьшения объема оборудования в 80% НУП используют упрощенные АРУ косвенного действия, т. е. АРУ без контрольных частот. Датчиками этих АРУ являются терморезисторы, закопанные в грунт вблизи (до 1 м) от магистрального канала. Сопротивление такого датчика, изменяющееся в зависимости от температуры грунта, в свою очередь, вызывает изменения тока подогрева терморезистора, который является регулирующим элементом переменного выравнивающего контура, включенного в цепь отрицательной обратной связи линейного усилителя. При этом погрешность компенсации температурных изменений затухания кабеля не превышает ±0,26 дБ.

Дополнительными причинами нестабильности уровней являются колебания температуры в помещениях НУП, а также изменения параметров элементов аппаратуры (при старении). Эти изменения, суммируясь с погрешностями АРУ без КЧ, могут вызвать в линейном тракте недопустимые отклонения уровней. Поэтому на каждом 5—8-м НУП вместо АРУ без КЧ устанавливают АРУ прямого действия, управляемый контрольной частотой 5974 кГц.

На всех ОУП и ОП также используют АРУ, управляемый КЧ 5974 кГц (для компенсации температурных изменений затухания прилегающего участка кабеля), но, кроме того, в тракт передачи включают переменные выравнивающие контуры управляемых КЧ 308, 1056 и 8544 кГц.

В аппаратуре ОУП и ОП предусмотрены устройства для корректирования амплитудно-частотной характеристики тракта передачи участка ОУП-ОП, позволяющие уменьшать неравномерность этих характеристик до установленных пределов. В их число входят подчисточные контуры, магистральные и косинусные корректоры.

Характеристики затухания подчисточных контуров ПК имеют резонансный характер, причем частоты максимального затухания ПК размещены в различных частях линейного спектра. С помощью линейных конденсаторов, входящих в ПК, эти частоты можно смещать в пределах 100—300 кГц, а также регулировать затухания с помощью подчисточного контура.

Магистральные корректоры изменяют АЧХ в пределах всего линейного спектра 270—8600 кГц. Как правило, они используются при настройке магистралей и не подлежат перестройке в процессе эксплуатации.

Для корректирования фазово-частотной характеристики линейного тракта в аппаратуре ОУП и ОП предусмотрены постоянные и переменные фазовые корректоры, которые используются только при организации телевизионного канала.

Для облегчения технического обслуживания аппаратуры многочисленных НУП (удаленных от ОУП до 90 км) в системе К-1920 используются устройства телемеханики. Они позволяют с любого НУП передать на питающий ОУП восемь сигналов о нарушениях

режимов работы, а с ОУП на любой питаемый НУП — два сигнала-команды для выполнения необходимых измерений.

Из двух систем К-1920, организуемых по кабелю КМБ-4, одну считают основной, а другую — резервной. В случае повреждения линейного тракта основной системы поврежденный участок автоматически замещается соответствующим участком линейного тракта другой системы. Для этого в ОУП, отстоящих друг от друга примерно на 400 км (ОУП-П), устанавливают специальную аппаратуру для переключения трактов.

В системе передачи К-1920 имеются следующие станции: оконечный пункт — ОП МТС (междугородная телефонная станция); оконечный пункт телевизионных каналов и звукового сопровождения — ОАМТ; обслуживаемый усилительный пункт — ОУП; обслуживаемый усилительный пункт с переключением трактов — ОУП-П; необслуживаемый усилительный пункт с автоматической регулировкой уровня по контрольной частоте с усилителями служебной связи — НУП с АРУ по КЧ с УСС; необслуживаемый усилительный пункт с автоматической регулировкой уровня по контрольной частоте без усилителей служебной связи — НУП с АРУ по КЧ без УСС; необслуживаемый усилительный пункт с автоматической регулировкой уровня по температуре грунта без контрольных частот с усилителями служебной связи — НУП с АРУ без КЧ с УСС; необслуживаемый усилительный пункт с автоматической регулировкой уровня по температуре грунта без контрольных частот и без усилителей служебной связи — НУП с АРУ без КЧ и без УСС; необслуживаемый усилительный пункт с автоматической регулировкой уровня без контрольных частот с более мощным блоком автотрансформатора — НУП-М с АРУ без КЧ.

Взамен вышедшей из строя аппаратуры НУП или ОУП во время ремонта кабеля применяется передвижная промежуточная усилительная станция ПУС-5 или ПУС-7.

В настоящее время применяется усовершенствованная система передачи К-1920У, а также система VLT-1920 на транзисторах, разработанная в ГДР. Основные параметры всех трех систем передачи примерно одинаковы.

Оконечный пункт систем К-1920 и К-1920У включает аппаратуру индивидуального преобразования СИП-60, СТВ-ДС-60, СИО-24п; группового преобразования УСПП, УСВП, СТП; генераторное оборудование — СУГО-I, СУГО-II, СТГО; оборудование линейного тракта и коммутационную аппаратуру.

В оборудование линейного тракта входит следующая аппаратура.

1. Стойки линейных усилителей СЛУ. Эти стойки бывают десяти видов (от СЛУ-1 до СЛУ-10) и отличаются друг от друга различными фазовыми корректорами и АРУ. В системе К-1920У применяются стойки линейных усилителей и корректоров СЛУК, а в К-1920 к стойкам СЛУ добавляются стойки СККУ усовершенствованных косинусных корректоров. Они служат для компенсации на-

капливающихся амплитудно-частотных искажений линейного тракта.

2. Стойка переменной амплитудной коррекции СПАК (применяется в системе К-1920У). Она корректирует амплитудно-частотные искажения во всем линейном спектре частот с помощью косинусного корректора, автоматически регулирует АЧХ линейного тракта по четырем контрольным частотам 308, 1056, 5974 и 8544 кГц, подает две последние контрольные частоты устройствам переключения трактов и подключает устройства ответвления телевизионного сигнала.

3. Стойка для объединения и разделения телефонных каналов СОРТК, обеспечивающая работу четырех трактов: двух трактов приема и двух трактов передачи.

4. Стойка линейных усилителей соединительной линии МТС — телецентр СЛУТ. Она компенсирует затухание кабеля соединительной линии, корректирует фазовые характеристики, выделяет телевизионный канал и сигнал звукового сопровождения из общего спектра при совместной передаче спектра частот телефонии и телевидения, а также обеспечивает работу двух трактов — передачи и приема.

5. Стойка заграждающих фильтров и дифсистем СЗФД, объединяющая и разделяющая 300 каналов тональных частот и канал телевидения (со звуковым сопровождением) в случае их совместной передачи.

6. Стойка косинусных телевизионных корректоров СККТ, предназначенная для дополнительной амплитудной коррекции канала телевидения.

7. Стойка переключения трактов СПТР.

8. Стойки высокочастотного транзита и введения телевизионных программ СТВТ, а также их контроля СКТП.

9. Стойки телеобслуживания СТО и служебной связи ССС.

10. Шкаф дистанционного питания ШДП.

В состав линейного оборудования входят также контрольно-измерительный стенд, генератор фиксированных частот для контроля усилителей, токораспределительная стойка и видеоконтрольное телевизионное устройство.

Типовые группы телефонных каналов образуются с помощью унифицированного преобразовательного и генераторного оборудования. Количество стоек СТВ-ДС и СИП-60, образующих первичные группы, определяется в зависимости от потребности в каналах данного ОП-МТС. Как правило, число их столь значительно, что для удобства технического обслуживания выделяют специальную секцию линейно-аппаратного цеха (ЛАЦ) или даже отдельный цех, обеспеченный необходимой измерительной и коммутационной аппаратурой, а также резервными стойками СИП-60.

Количество стоек УСПП, образующих вторичные группы, определяют исходя из того, что общее число включаемых в них первичных групп должно быть равно сумме групп, подведенных от стоек

СИП-60, плюс число первичных групп, входящих в транзитные соединения и резервные группы.

Количество необходимых комплексов УСВП, образующих третичные группы, определяют аналогичным подсчетом числа вторичных групп, используемых в оконечных и транзитных включениях. Емкость стоек УСВП такова, что для организации всех каналов системы К-1920 (32 вторичные группы) достаточно двух стоек.

Для коммутации вторичных групп цепи от СИП-60 и транзитных плат подключают к входам УСПП через стойку коммутации первичных групп СКП-1 емкостью на 50 первичных групп. Цепи от входов и выходов УСВП проходят через стойки коммутации вторичных или третичных групп СКВТ-1 емкостью на 30 групп.

Количество генераторных стоек СУГО-I и СУГО-II определяют исходя из потребности в токах несущих и контрольных частот.

Линейный спектр системы К-1920 образуется с помощью преобразователей третичных групп, размещенных на стойке третичных групп и питаемых током несущих частот от стойки задающих генераторов и третичных несущих частот СГТО. Обе стойки выпускаются в двух вариантах: СТП, СТГО и СТП-1, СТГО-1.

На СТП подают от входов трактов передачи УСВП две вторичные группы частот с общей полосой 1556—2044 кГц и пять третичных с полосами 812—2044 кГц каждая. С помощью токов несущих частот 4152, 5448, 6744, 8040 и 9336 кГц, получаемых с СТГО, полосы пяти третичных групп преобразуются в общую полосу 2108—8524 кГц и после объединения с полосой вторичных групп, проходящих через СТП без преобразования, образуется спектр 1556—8524 кГц, принятый в системе К-1920 для передачи 1620 телефонных каналов (взамен программы телевидения).

При использовании стоек СТП-1 и СТГО-1 полоса двух вторичных групп 1556—2044 кГц объединяется с полосой 2108—4636 кГц, образованной из двух третичных групп с помощью несущих частот 4152 и 5448 кГц. Полученный 720-канальный спектр 1556—4636 кГц используется для уплотнения соединительных коаксиальных кабелей. В системе предусмотрена также возможность добавить к этому спектру полосу еще пяти вторичных групп, занимающих на выходе УСВП полосу 312—1548 кГц, и таким путем получить 1020-канальный спектр 312—4336 кГц, используемый для уплотнения радиорелейных стволов, а также в аппаратуре К-1020Р.

Построение стоек третичных групп аналогично стойкам вторичных групп УСВП, рассмотренным ранее. В трактах передачи находятся преобразователи, фильтры, выравниватели и удлинители. Тракты объединяются с помощью развязывающего устройства, выполненного на трансформаторах.

Кроме перечисленных выше устройств в тракт приема включены усилители. Общими для трактов передачи и приема являются пять блоков регуляторов несущих частот РНЧ, которые дают возможность устанавливать требуемый ток для каждого преобразователя.

8**

Стойка СТП получает несущие частоты от СТГО, оборудованной основными и резервными комплектами аппаратуры и соответственно двумя задающими генераторами ЗГ-1024, с которых выходное напряжение с частотой 1024 кГц подается на распределитель мощности РМ-1024. Для получения несущих частот используются делители, преобразователи и умножители частоты. Каждая несущая частота имеет свой усилитель (в основном и резервном комплектах), объединенный устройством автоматического переключения с основного комплекта на резервный при понижении уровня, получаемого от основного оборудования.

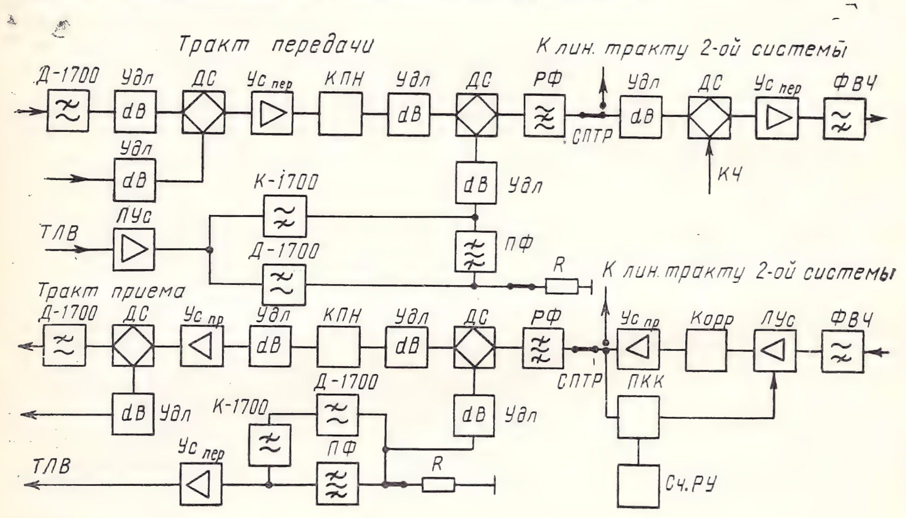


Рис. 132. Функциональная схема линейного тракта станции ОП-МТС

Задающий генератор ЗГ-1024 представляет собой кварцевый транзисторный автогенератор, заключенный в двойной термостат с устройством для автоматической стабилизации амплитуды. Автогенератор установлен во внутреннем термостате. Термостат с автогенератором, устройство, управляющее его работой, а также устройство стабилизации амплитуды и буферный усилитель помещены в наружный термостат. При нарушении тепловых режимов в термостате срабатывает сигнализация.

Функциональная схема линейного тракта станции ОП-МТС приведена на рис. 132.

В левой части рисунка в трактах передачи и приема находится оборудование, объединяющее и разъединяющее телефонные и телевизионные каналы. Если сигналы телевидения не передаются, то спектр 300 каналов ТЧ, пройдя в тракте передачи через фильтр нижних частот *Д-1700* и удлинитель, объединяется со спектром 1620 каналов в дифсистеме *ДС* и далее сигнал 1920 каналов ТЧ поступает на усилитель передачи *Ус*пер, предыскажающий контур, удлинитель и вторую дифсистему.

Сигналы телевидения и звукового сопровождения *ТЛВ* поступают по соединительному кабелю из телецентра на линейный усилитель *ЛУс*. Телевизионный канал проходит через фильтр *К-1700* и далее через удлинитель на дифсистему. Сигналы звукового сопровождения, пройдя через фильтр *Д-1700*, выделяются полосовым фильтром *ПФ* 273—288 кГц. На общем выходе фильтров *К-1700* и *ПФ* нет токов с частотами 300—1548 кГц, в связи с чем исключается возможность внесения помех в передачу 300 каналов ТЧ. Режекторный фильтр *РФ* не пропускает частот 5974 и 8544 кГц, которые затем используются в качестве контрольных. После *РФ* показаны контакты стойки переключения трактов *СПТР*, осуществляющие замену линейных трактов.

Контрольные частоты вводятся в дифсистему, стоящую перед усилителем передачи $Ус_{пер}$. Фильтры верхних частот, нижних частот (до 270 кГц) и устройства дистанционного питания находятся в шкафу.

В приемном тракте сигнал проходит через *ФВЧ*, *ЛУс*, постоянные, переменные и регулируемые корректоры *Корр* и далее через $Ус_{пр}$ на стойку СПТР. К выходу усилителя приема подключены приемники контрольных каналов *ПКК*, управляемые счетно-решающим устройством *Сч.РУ*.

После *СПТР* включены режекторный фильтр *РФ* для контрольных частот и устройства, разделяющие телевизионный и группу телефонных каналов (на 1620 и 300 каналов).

Резисторы *R* служат эквивалентами нагрузок при отключении сигналов телевидения и звукового сопровождения.

Необслуживаемые усилительные пункты системы К-1920 составляют примерно 90% всего оборудования и оказывают существенное влияние на качество передачи и технико-экономические показатели системы. Для НУП разработана металлическая цистерна диаметром 2,6 м и длиной 4 м, которую закрывают теплоизолированной крышкой и закапывают в грунт. В помещении НУП предусмотрены освещение, вентиляция и датчики сигналов нарушения работы. В малом отсеке расположены вводы для кабеля и оборудование для автоматического пополнения воздуха в кабеле, а в большом — усилительное и вспомогательное оборудование. Температура воздуха внутри НУП поддерживается постоянной с точностью ±7°С номинального среднегодового значения.

Основными элементами НУП являются линейные усилители ЛУс для обоих направлений передачи. Сигнал на каждый ЛУс подается от кабеля через фильтр верхних частот ФВЧ и устройства защиты. К коаксиальным жилам также подключаются фильтры нижних частот, через которые проходят токи дистанционного питания.

Линейные усилители с АРУ и фильтры размещены на усилительной стойке СУ-НУП. На вводной стойке СВ-НУП смонтированы платы телемеханики, переговорно-вызывное устройство, панель сигнализации и генератор для проверки нелинейности НУП.

При наличии на магистрали укороченных участков затухание их увеличивают искусственными линиями ИЛ, заменяющими участки кабеля длиной 0,25; 0,5; 1,25; 1,5 и 2,5 км. ИЛ размещаются на стойке СУ-НУП и включаются в тракт между входным фильтром ВЧ и входом ЛУс. Подключаются они коаксиальными шнурами.

В НУП с АРУ без КЧ используется регулировка усиления ЛУс в зависимости от изменения температуры термодатчика, закапываемого в грунт на расстоянии примерно 20 м от НУП. С АРУ без КЧ конструктивно совмещено устройство контроля за исправностью линейного тракта. Оно содержит резонансный усилитель, настроенный на контрольную частоту 5974 кГц, выпрямитель и реле. Если уровень контрольной частоты, проходящей по тракту, снижается на 4,35 дБ и более, то с данного НУП по запросу с ОУП подается сигнал с помощью устройств телемеханики.

Устройства АРУ с КЧ в НУП отличаются наличием ПКК-5974, вход которого подключен к специальному выходу ЛУс. Приемник контрольного канала содержит узкополосный фильтр (выделяющий 5974 кГц), резонансный усилитель, настроенный на ту же частоту, и магнитоэлектрическое регулирующее устройство.

В состав аппаратуры обслуживаемого усилительного пункта системы К-1920 входит усилительное оборудование с устройствами АРУ и корректорами амплитудно-частотной и фазово-частотной характеристик, вспомогательное оборудование служебной связи, телемеханики и контрольно-измерительное, а также оборудование электропитания.

Сигналы с линии проходят через ФВЧ и ЛУс, аналогичные соответствующим элементам НУП с АРУ по КЧ. В случае необходимости на входе ЛУс, так же как и на НУП, могут быть предусмотрены ИЛ. После ЛУс включены постоянные и переменные корректоры, магистральные контуры, используемые для установочной коррекции АЧХ, и усилитель передачи $Ус_{пер}$, компенсирующий затухание перечисленных элементов. Далее следуют косинусные корректоры, в состав которых также входят усилители. Затем через ФВЧ усиленные и откорректированные сигналы проходят на следующий участок. К выходу косинусного корректора подключены входы четырех ПКК, выделяющие контрольные токи с частотами 308, 1056, 5974 и 8544 кГц. Выходы ПКК подключены к счетно-решающему устройству, через которое КЧ 5974 кГц воздействует на контур АРУ цепи отрицательной обратной связи ЛУс, а остальные — на соответствующие корректирующие контуры. Перечисленные узлы повторяются и в линейном тракте другого направления передачи.

К выходам косинусных корректоров любого линейного тракта через развязывающие резисторы может быть подключена аппаратура ответвления телевизионных программ либо к тракту одного (А—Б), либо другого (Б—А) направления передачи первой системы К-1920. В случае повреждения трактов первой системы предусматривается автоматическое переключение на тракт соответст-

вующего направления второй системы. Для этого использованы ПКК-5974 и ПКК-8544. Если уровни этих КЧ понижаются на 13 дБ и более, то с помощью ПКК срабатывает реле, переключающее аппаратуру ответвления на тракт второй системы.

Различают ОУП с введением телевизионной программы ОУП-ВТ и ответвлением ОУП-ОТ. На станции ОУП-ВТ сигнал после стойки переменной амплитудной коррекции СПАК подается на стойку переключения трактов СПТР и далее на стойку выделения и введения программ телевидения СТВТ-ОУП. Основной тракт на резервный переключается автоматически на стойке СПТР.

На станции ОУП-ОТ программы телевидения ответвляются на стойке СОПТ.

В трактах ОУП-В можно ввести или выделить одну или две вторичные группы в диапазоне частот 312—552 или 312—804 кГц. В состав оборудования ОУП-В входят также стойка прямого прохождения сигнала СППр, стойка переключения трактов СПТР и стойка выделения вторичных групп СВВГ. Со стойки СВВГ выделенная вторичная группа может быть либо передана в другие системы передачи, либо использована в пункте выделения для организации каналов ТЧ.

§ 75. СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ VLT-1920

В настоящее время оборудование систем К-1920 и К-1920У, выполненное на электронных лампах, заменяется транзисторным оборудованием VLT-1920, разработанным промышленностью ГДР. Оборудование линейного тракта этой системы предназначено не только для работы по коаксиальным парам 2,6/9,4 кабелей КМБ-8/6 и КМБ-4, но и парам 1,2/4,6. В последнем случае длину усилительного участка уменьшают до 2,67±0,15 км. При этом длина секций ОУП-ОУП сокращается до 86 км (вместо 186 км в системе К-1920), но количество НУП остается равным 30.

На каждом ОУП системы VLT-1920 имеется возможность ответвления, введения и выделения каналов телевидения, а также выделения из линейного спектра второй и третьей 60-канальной групп в диапазоне частот 312—804 кГц.

В качестве преобразовательного оконечного оборудования используется аппаратура формирования групповых трактов системы К-1920У, поэтому расположение групп каналов и телевизионного сигнала в линейном спектре частот остается прежним. Различие в том, что в системе VLT-1920 для контроля уровня линейного сигнала на НУП применяется ток частотой 9500 кГц, поэтому общий линейный спектр составляет 0,27—9500 кГц, т. е. шире, чем в К-1920 (0,27—8524 кГц). В системе VLT-1920 используются две контрольные частоты — 308 и 8544 кГц; первая — для контроля линейного тракта, вторая — для автоматической компенсации затухания при изменениях температуры грунта. Для коррекции случайных отклонений сигнала используется ручная настройка резонансных корректоров на ОУП или ОП.

В состав линейного тракта входит следующее оборудование.

1. Стойка линейных усилителей и корректоров VLB — для восстановления линейного сигнала на прилегающем усилительном участке, коррекции линейного сигнала, регулировки и подачи дистанционного питания на НУП, автоматической компенсации разброса затухания кабеля за счет температурных изменений по КЧ 8544 кГц, формирования контрольных частот 308 и 8544 кГц. Оборудование стойки позволяет организовать тракты для двух систем передачи, а стойка VLB-ОУП — для одной.

2. Стойка VLZ — для объединения и разделения 300 каналов ТЧ и канала телевидения, коррекции фазово-частотных характеристик канала телевидения, введения, ответвления и транзита телевизионных каналов, выделения каналов, выделения второй и третьей вторичных 60-канальных групп с преобразованием третьей группы в спектр 312—552 кГц. VLZ-ОП отличается от VLZ-ОУП наличием оборудования для объединения и разделения многоканального сигнала на 300-канальную группу и телевизионный сигнал.

3. Стойка VPM — для проведения измерений, проверки и контроля исправности съемных блоков аппаратуры линейного тракта.

4. Стойка VКД — для организации служебной связи, телесигнализации и телеуправления.

5. Стойка VLU-НУП — для компенсации затухания сигнала, выравнивания линейного сигнала, организации служебной связи и передачи сигналов извещения о состоянии НУП, приема сигнала управления с ОУП для подключения генератора к линейному усилителю. Оборудование VLU размещается в герметизированном контейнере из алюминиевого сплава. Оно включает в себя блоки линейных усилителей, служебной связи и телемеханики. Контейнеры можно устанавливать в цистернах, железобетонных колодцах, а также непосредственно в грунте.

В системе VLT-1920 используются линейные усилители трех модификаций: усилитель передачи в стойке VLB, усилитель приема в этой же стойке и линейный усилитель в оборудовании VLU. Все усилители выполнены на печатных платах с применением высокостабильных транзисторов.

Автоматическая регулировка уровня в НУП системы VLT-1920 при изменении температуры грунта в пределах ±12,5° С осуществляется по току дистанционного питания (АРУ по ДП) на участке ОУП—ОУП. Ток ДП регулируется на ОУП в соответствии с изменением тока КЧ 8544 кГц. С изменением тока дистанционного питания изменяется и подогрев терморезистора, который находится в цепи обратной отрицательной связи усилителя НУП. В связи с этим меняется и его усиление. Следовательно, при изменении температуры грунта (и вслед за ней уровня КЧ) усиление всех НУП данного участка изменяется одинаково. Такое построение АРУ позволяет упростить аппаратуру НУП.

Дистанционное питание подается по схеме «внешний провод — внутренний провод» коаксиальной пары с заземлением внешнего провода. При длине секции ОУП—ОУП, равной 186 км, дистанци-

онное питание осуществляется током 74—101 мА при напряжении 95 В.

Состояние линейного тракта контролируется устройствами телемеханики. С каждого НУП на ОУП поступают сигналы о состоянии кабеля и аппаратуры, с ОУП на НУП подается один сигнал управления для включения в тракт измерительного генератора. Эти сигналы передаются по симметричным парам коаксиального кабеля. По ним также организуется постанционная служебная связь ПСС между ОУП и участковая служебная связь УСС для связи ОУП со своим НУП.

Система передачи К-1920П. Комплекс аппаратуры этой системы предназначен для организации 1920 телефонных каналов на коаксиальных парах кабелей типа КМ-4 или КМ-8/6. При этом на симметричных парах этих кабелей применяется распределительная система передачи К-24Р.

Линейный спектр частот системы К-1920П при передаче 1920 телефонных каналов составляет 312—8524 кГц. Эту систему можно использовать также для передачи 300 каналов ТЧ (в спектре 312—1548 кГц), сигналов изображения телевидения (1891—8491 кГц) и звуковых сигналов телевидения (273—288 кГц). Длина усилительного участка системы составляет 6 км. Максимальная длина участка между обслуживаемыми усилительными пунктами зависит от типа применяемого кабеля и составляет для кабеля КМ-4 — 246 км, а для кабеля КМ-8/6 — 186 км. В ОУП предусмотрено выделение одной вторичной группы ВГ в линейном спектре 312—552 кГц или двух ВГ — 312—804 кГц. В любом ОУП могут быть организованы контроль и ответвление, а также ВЧ транзитные линии или выделение и ввод телевизионных программ.

В систему входят: ОП — оконечный пункт линейного тракта; ОУП — обслуживаемый усилительный пункт; ОУП-В — обслуживаемый усилительный пункт с выделением вторичных групп; ОУП-ВТ — то же, с выделением и введением программы телевидения; ОУП-ОТ — то же, с ответвлением программы телевидения; ОУП-Т — то же, с транзитом по некоторым системам передачи; НУП основной — необслуживаемый усилительный пункт без устройства АРУ; НУП регулирующий — то же, с автоматической послерегулировкой по контрольной частоте 8544 кГц и предрегулировкой по температуре грунта.

Линейный тракт системы К-1920П включает следующую аппаратуру.

1. Стойка линейных усилителей и корректоров СЛУК. Она предназначена для усиления сигналов в диапазоне частот 0,25—9,5 МГц, коррекции амплитудно- и фазово-частотных характеристик, а также автоматической регулировки усиления линейного тракта с помощью линейных контрольных частот 8544 и 308 кГц. Стойка имеет также генераторное оборудование для КЧ.

2. Стойки телемеханики СТМ. Их используют для передачи команд управления на включение и выключение генераторов контроля между ОУП и НУП на полусекциях дистанционного пита-

ния, приема сигналов извещения с контролируемых НУП при автоматическом определении номера извещающего НУП, приема сигналов «Норма», «Повреждение», «Предупреждение», «Авария», а также для дистанционного питания систем телемеханики, установленных на НУП.

3. Стойка контроля диаграммы уровней и шумов линейного тракта СК обеспечивает контроль состояния усилительного оборудования на участке ОУП-ОУП и непрерывный контроль шумов на участках ОУП-ОУП и ОП-ОП.

4. Определитель обрыва дистанционного питания ООДП предназначен для определения участка обрыва цепи ДП линейного тракта и цепи ДП телемеханики путем подачи напряжения обратной полярности в эти цепи и измерения тока в них.

5. Линейные усилители основного НУП создают фиксированное усиление в соответствии с длиной предшествующего усилительного участка.

6. Для дистанционного питания линейных усилителей служит стойка СДП-4, с помощью которой можно питать до 20 НУП одной системы К-1920П в обе стороны от ОУП или двух систем в одну сторону от ОП.

НУП регулирующий предназначен для компенсации затухания усилительного участка и автоматической регулировки температурных изменений затухания четырех усилительных участков с помощью устройств АРУ по контрольной частоте 8544 кГц (послерегулировка) и устройства АРУ по температуре грунта (предрегулировка). Регулирующим является первый или второй и далее каждый НУП.

Система передачи К-3600. Система передачи К-3600 на транзисторах позволяет организовать 3600 телефонных каналов по двум коаксиальным парам типа 2,6/9,4 кабеля КБМ-8/6 или КБМ-4. Вместо 1800 телефонных каналов можно передавать сигналы трех каналов звукового вещания и одного канала телевидения.

Дальность связи системы — 12 500 км; длина усилительного участка составляет 3 км, т. е. на таком расстоянии устанавливаются НУП. Они бывают трех типов: нерегулирующий — только для усиления уровня многоканального сигнала; регулирующий НУП-Р — с устройствами АРУ, устанавливается через 15 км (каждый пятый НУП); корректирующий НУП-К — с устройствами коррекции, устанавливается через 63 км (каждый 20-й). Максимальная длина секции ОП-ОУП или ОУП-ОУП, как и при системе VLT-1920, составляет 186 км, т. е. на ней размещается до 61 НУП.

Спектр частот системы К-3600 составляет 70—18 500 кГц. Сигналы 12 300-канальных третичных групп занимают полосу частот 812—17 596 кГц, кроме того, передаются контрольные частоты 768, 9216 и 18 432. Вместо сигналов шести нижних третичных групп можно передавать сигналы телевидения зукового сопровождения и двух программ звукового вещания.

Одновременно с системой К-3600 разработана и применяется распределительная система К-1020Р, с помощью которой органи-

зуется 1020 телефонных каналов по двум коаксиальным парам 1,2/4,6 кабеля КМБ-8,6, а также система К-24Р, в которой используются кабели КМБ-8/6 и КМБ-4 с симметричными жилами, благодаря чему по комбинированному кабелю КМБ-8,/6 одновременно можно организовать 3600·4+1020·3+24=17 484 телефонных канала.

Линейный спектр системы К-1020Р образуется из двух вторичных 60-канальных групп и трех третичных 300-канальных.

Общий комплекс оборудования систем передач по кабелю КМБ-8/6 состоит из преобразовательного оборудования для формирования сигналов групповых трактов и оборудования сопряжения для систем К-3600 и К-1020Р; оборудования линейного тракта системы К-3600; оборудования линейного тракта системы К-1020Р; оборудования системы К-24Р; оборудования служебной связи и телемеханики.

Каждая система передачи (К-3600, К-1020Р, К-24Р) имеет отдельные тракты дистанционного питания. Оборудование служебной связи и телеобслуживания НУП для всех систем общее.

В последних выпусках аппаратуры систем передачи К-3600, К-1920 используются стойки индивидуального преобразования СИП-300, КМ-300, КМ-600.

Стойка индивидуального преобразования СИП-300 предназначена для преобразования токов тональных частот диапазона 300—3400 Гц в диапазон частот 60—108 кГц стандартных 12-канальных групп на передаче и обратного преобразования на приеме. Стойка может комплектоваться на 300 телефонных каналов — СИП-300; на 252 канала с генераторным оборудованием и задающим генератором — СИП-ГО—252 ГЗ; то же, на 120 каналов — СИП-ГО—120 ГЗ и на 144 канала — СИП-144. Генераторное оборудование, размещенное на стойках СИП-ГО—252, СИП-ГО—120 (стойки без задающего генератора), может работать от любой из частот 372, 128 и 60 кГц, подаваемых от узлового типового генераторного оборудования. Один комплект генераторного оборудования стойки СИП-ГО—252 может обеспечить токами несущих частот, данную стойку и еще четыре стойки СИП-300 (без генераторного оборудования), т. е. всего 1452 канала.

Аппаратура может использоваться на магистральной и зоновой сетях связи с передачей сигналов взаимодействия в полосе канала тональных частот.

В стойке предусмотрена организация каналов звукового вещания в диапазоне частот 89—96 кГц, по одному каналу в каждой 60-канальной группе, а также возможность ввода групповой контрольной частоты 84,14 кГц.

Стойки канальных преобразователей КМ-300 и КМ-600 (на 300 и 600 каналов соответственно) выпускаются в ГДР. Они предназначены для преобразования тональных частот в спектр частот 60—108 кГц основных первичных групп на передаче и обратного преобразования на приеме. В оборудовании используется предварительная ступень преобразования — предгруппа, а также предусмотре-

на возможность работы сигнального канала как в полосе канала тональных частот, так и вне ее. При этом емкость стойки КМ без вынесенного сигнального канала составляет 600 каналов, а с вынесенным — 300 каналов.

Контрольные вопросы

1. Какая аппаратура входит в состав оборудования оконечного пункта системы передачи К-120?
2. Какова длина участка между двумя ОУП и линии связи в системе передачи К-300?
3. Что представляет собой необслуживаемый усилительный пункт?
4. Какими преимуществами обладает система передачи VLT-1920 по сравнению с К-1920?

ГЛАВА XII

ГЕНЕРАТОРНОЕ И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

§ 76. СХЕМА И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ГЕНЕРАТОРА ГАРМОНИК

Как указывалось выше, для образования каждого канала аппаратуры системы передачи дальней связи необходима несущая частота. Эти частоты получают от генератора гармоник, который является нелинейным устройством. Если на вход генератора гармоник подают синусоидальное напряжение от задающего генератора, то форма синусоиды сильно искажается и на выходе получают много гармоник. Эти гармоники в дальнейшем выделяются узкополосными полосовыми фильтрами, усиливаются усилителями несущих частот и подаются в каналы.

Функциональная схема генератора гармоник приведена на рис. 133, *а*. Генератор состоит из катушки индуктивности L, конденсатора C, выпрямительного моста из четырех диодов и трансформаторов. Мост выполняет функции удвоителя частоты для получения четных гармоник, так как схема обеспечивает получение только нечетных гармоник. На рис. 133, *б* показана эквивалентная схема генератора гармоник с включенным на входе задающим генератором *ЗГ*.

Сердечник катушки индуктивности L выполнен из оксифора с высокой магнитной проницаемостью. Такая катушка имеет практически прямоугольную петлю гистерезиса (кривую намагничивания) — зависимость индукции B от напряженности поля H — и насыщается уже при малых токах. Поскольку индуктивность катушки L пропорциональна крутизне кривой намагничивания $B=f(H)$, при малых токах индуктивность будет большой, а при некотором их возрастании она резко уменьшится, так как наступает режим насыщения.

Рассмотрим, как изменяется ток, проходя через сопротивление нагрузки $R_н$ (рис. 134). При подаче на вход генератора гармоник

(см. рис. 133) тока i от задающего генератора $ЗГ$ в первом полупериоде, пока ток изменяется от 0 до $-i_{кр}$, индуктивность катушки велика и ток от генератора проходит в основном через конденсатор C и сопротивление нагрузки $R_н$, т. е. конденсатор будет заря-

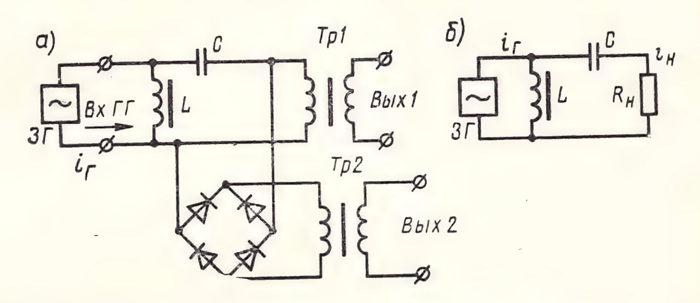


Рис. 133. Схема генератора гармоник экспоненциальных импульсов (генератора гармоник с нелинейной катушкой):

а — упрощенная схема, *б* — эквивалентная схема, с заменой всех нагрузочных устройств сопротивлением нагрузки

жаться. Когда ток достигнет значения $-i_{кр}$, сердечник катушки окажется насыщенным и ее индуктивность упадет почти до нуля. Катушка накоротко замкнет цепь конденсатора C и сопротивление нагрузки — резистора $R_н$; конденсатор быстро разрядится через это сопротивление, т. е. в нагрузке ток будет максимальным, при-

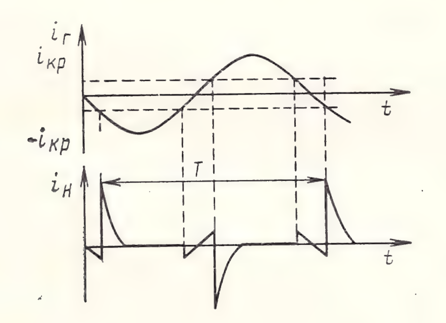


Рис. 134. Форма токов в схеме генератора гармоник

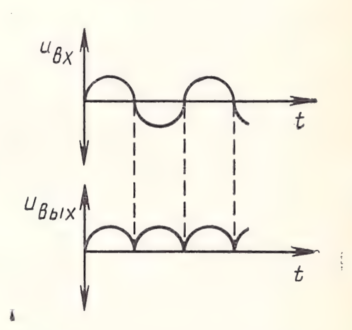


Рис. 135. График напряжений на входе и выходе диодного моста в схеме генератора гармоник

чем его направление обратно направлению тока $i_г$ заряда конденсатора. В остальную часть полупериода тока в нагрузке не будет, так как ток генератора замкнется через малое сопротивление катушки L. Во втором полупериоде процесс повторится, но импульс тока в нагрузке будет обратной полярности.

Импульсы тока в нагрузке можно разложить на ряд синусоидальных составляющих (гармоник) основной частоты задающего генератора. Анализ показывает, что эти гармоники нечетные. Для получения четных гармоник диодный мост обеспечивает двухполупериодное выпрямление, т. е. удвоение частоты подаваемых на его вход гармоник (рис. 135).

Таким образом, в выходной обмотке трансформатора Тр1 будут нечетные гармоники частоты задающего генератора, а в выходной обмотке трансформатора Тр2 — четные. Гармоники выделяются с выходов 1 и 2 узкополосными фильтрами и используются в качестве несущих и контрольных частот.

§ 77. УНИФИЦИРОВАННОЕ ГЕНЕРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Стойка СУГО-I. Стойки унифицированного генераторного оборудования (СУГО) входят в состав оконечных станций многоканальных систем передачи. Они бывают нескольких типов:

стойки СУГО-I-1 и СУГО-I-2 устанавливают на оконечной станции системы передачи К-60 и К-60п (стойка СУГО-I-2 монтируется в пунктах транзита и в ней нет устройства для образования индивидуальных и несущих частот);

стойку СУГО-I-3 применяют на оконечной станции системы передачи К-24-2;

стойку СУГО-I-4 используют на оконечной станции систем передачи К-300, Р-600 и К-1920.

В табл. 7 приведены номинальные частоты, создаваемые в стойках СУГО и СКЧ.

Несущие и большая часть контрольных частот на стойках СУГО-I формируются на основе опорной частоты 128 кГц задающего генератора, стабилизированного кварцевым резонатором (ЗГ-128). Исключение составляют контрольные частоты 84,14 и 411,86 кГц, для получения которых кроме гармоник частоты опорного генератора используется кварцевый генератор с частотой колебаний 8,14 кГц. Относительная погрешность частоты задающего генератора 128 кГц составляет $\pm 2 \cdot 10^{-7}$ за две недели непрерывного действия в рабочих диапазонах температур; такой показатель гарантируется в течение трех месяцев непрерывной работы генератора после его первоначального включения.

В стойках СУГО-I предусмотрен 100%-ный резерв оборудования, за исключением автоматических переключающих устройств и распределителей мощности, которые не резервируются. Переключение с основного оборудования на резервное производится автоматически.

Схема стойки СУГО-I-1 представлена на рис. 136.

Индивидуальные несущие частоты образуются с помощью генератора гармоник *ГГ*-4. Этот генератор работает от частоты 4 кГц, получаемой после деления частоты 128 кГц на 32. Эту функцию выполняет блок *ДЧ*-128/4;12; он выдает частоту 12 кГц. Фильтры

Таблица 7. **Номинальные частоты, создаваемые в стойках СУГО и СКЧ**

Назначение частот	Номинальные частоты, кГц	Стойки
Индивидуальные несущие	64, 68, 72, 76, 80, 84, 88, 92, 96, 100, 104, 108	СУГО-I-1, СУГО-I-3, СУГО-I-4
Несущие первичных групп основного и дополнительного спектров	420, 444, 468, 516, 564, 612	СУГО-I-1, СУГО-I-2, СУГО-I-4
Несущие первичных групп инверсного спектра	252, 300, 348, 396	СУГО-I-1, СУГО-I-2,
Несущая системы К-24-2	120	СУГО-I-3
Несущая вторичной группы	564	СУГО-I-1, СУГО-I-2
Контрольная первичной группы	84, 14	СУГО-I-1, СУГО-I-2, СУГО-I-3, СУГО-I-4
Контрольная вторичной группы	411, 86	СУГО-I-1, СУГО-1-2, СУГО-I-4
Линейные контрольные системы К-60	16, 112, 248	СУГО-I-1, СУГО-I-2 СКЧ
Линейные контрольные системы К-24-2	64, 104	СУГО-I-3

индивидуальных несущих частот *ФИНЧ* выделяют из спектра *ГГ*-4 все индивидуальные несущие частоты, за исключением частоты 108 кГц, которая поступает от генератора гармоник *ГГ*-12. Такой способ получения частоты 108 кГц позволяет значительно уменьшить в тракте этой частоты помехи, которые возникают от частот 108±4 и 108±8 кГц. Повышенное требование к защищенности тока частоты 108 кГц от помех вызвано тем, что она участвует в получении несущей частоты третичной группы 4152 кГц на стойке СУГО-II.

С выхода фильтров *ФИНЧ* напряжения индивидуальных несущих частот 64, 68, 72, ..., 108 кГц поступают на входы усилителей *УИНЧ* и далее через автоматические переключающие устройства *ПУИНЧ* подаются на распределители мощности *РМ*.

Для уменьшения затухания в проводах межстоечного монтажа, которое зависит не только от длины кабеля, но и от условий согласованности нагрузок со стойками СУГО-I-1, включены два выносных распределителя мощности индивидуальных несущих частот *РМИНЧ*, выполненных в виде щитков, устанавливаемых на одной из боковых стенок стоек СИО.

От *РМИНЧ* индивидуальные несущие частоты подаются на стойки СИО; к одной плате *РМИНЧ* можно подключить оборудование индивидуального преобразования общей емкостью до 300 каналов тональной частоты.

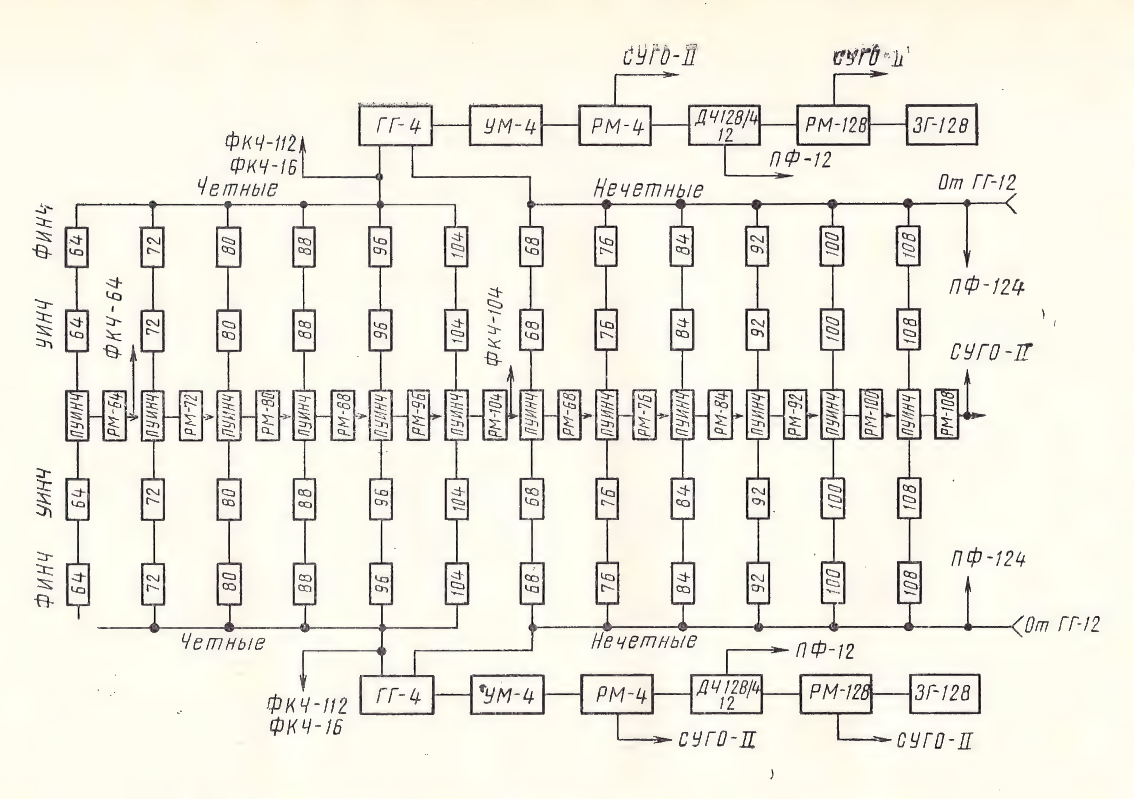


Рис. 136. Схема стойки унифицированного генераторного оборудования СУГО-1

Стойка генераторного оборудования и платы РМИНЧ могут быть не полностью нагружены на модемы индивидуального преобразования. В этих случаях на выходе стойки СУГО в платах РМИНЧ предусмотрены замещающие сопротивления. Для установки уровня тока индивидуальной несущей частоты на стойке СИО-24 или СИП-60 в платах РМИНЧ предусмотрена регулировка уровня в пределах ±0,9 дБ от среднего значения.

Несущие частоты первичного преобразования образуются от генератора гармоник ГГ-12. С помощью фильтров групповых несущих частот ФГН из богатого нечетными гармониками переменного тока, поступающего на выход генератора гармоник ГГ-12, выделяются следующие групповые несущие частоты: 252, 300, 348, 396, 420, 444, 468, 516, 564 и 612 кГц. Далее токи этих частот усиливаются усилителями УГН и через автоматические переключающие устройства ПУГН подаются на распределители мощности РМ.

Несущие частоты первичной и вторичной групп подаются радиально двумя лучами кабеля РК-74, причем длина каждого луча не должна превышать 50 м.

Токи контрольных частот 84,14 и 411,86 кГц образуются в результате преобразования токов индивидуальных несущих частот 76 и 420 кГц частотой кварцевого генератора 8,14 кГц (76+8,14=84,14; 420—8,14=411,86 кГц). После преобразования эти токи усиливаются, фильтруются и поступают на усилитель УКЧ, к которому подключены основные и резервные частоты. УКЧ обеспечивает высокую стабильность частоты и уровня на выходе; к нему подключено также автоматическое переключающее устройство и распределитель мощности.

На стойках СУГО-I-1 и СУГО-I-2 предусматривается возможность одновременного переключения (в пределах одной стойки) питания всех преобразователей от резервного оборудования и обратно с помощью ключа, установленного на панели защиты и сигнализации. Переключающие устройства контрольных индивидуальных и групповых несущих частот дают возможность автоматически или вручную переключить с основного на резервный комплект оборудования, но обратное переключение с резервного на основной комплект производится только вручную.

Цепи питания узлов генераторного оборудования проходят через панель защиты и сигнализации ПЗС, на которой установлены предохранители и реле, а также сигнальные лампы.

Линейные контрольные частоты в стойке СКЧ образовываются подобно рассмотренному выше. Все линейные контрольные частоты 16, 112 и 248 кГц формируются на основе опорной частоты задающего генератора 8,0 кГц, стабилизированного кварцевым резонатором. С выхода этого генератора напряжение усиливается до необходимой мощности и подается на генератор гармоник, который преобразует синусоидальное напряжение частоты 8,0 кГц в остроконечные импульсы, насыщенные гармониками, кратными этой частоте. Гармоники 16, 112 и 248 кГц выделяются соответствующими фильтрами и усиливаются. С выхода усилителей контрольных час-

тот основного и резервного комплектов токи соответствующих контрольных частот поступают на автоматические переключающие устройства ПУКЧ, к выходу которых подключены распределители мощности. СКЧ рассчитана на питание как от источников постоянного тока напряжением 21,2 и 24 В, так и от источников переменного тока напряжением 220 В. В последнем случае на стойке устанавливаются два выпрямителя для питания узлов основного и резервного оборудования.

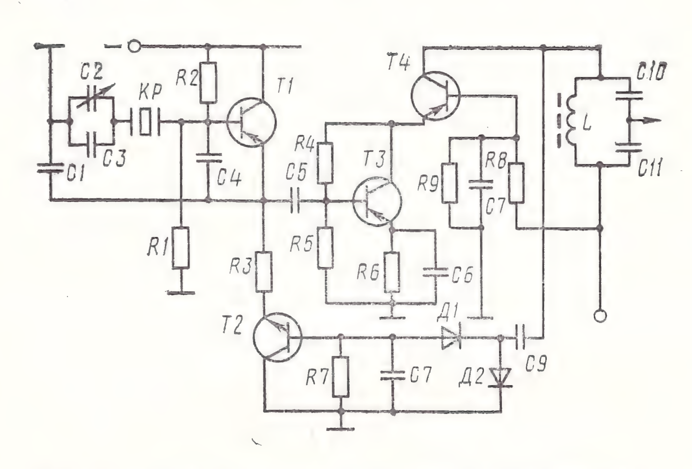


Рис. 137. Схема кварцевого генератора (автогенератора)

Задающий генератор ЗГ-128. Номинальная частота задающего генератора выбрана равной 128 кГц исходя из необходимости обеспечения требуемой стабильности, а также возможности образования частот 4 и 12 кГц. Задающий генератор состоит из кварцевого генератора в термостате, выходного буферного усилителя и устройства для управления подогревом термостата.

В схеме кварцевого генератора (автогенератора) три каскада. Первые два каскада изображены на рис. 137.

Первый каскад является генератором с самовозбуждением на кварцевом резонаторе с емкостным делителем *C2—C3—C1*. Переменный конденсатор *C2,* включенный последовательно с кварцевым резонатором *KP*, позволяет регулировать частоту генератора в пределах ±0,6 Гц. С помощью резисторов *R2* и *R1*, образующих делитель напряжения, выбирается режим работы транзистора *T1*. Нагрузкой этого транзистора служит резистор *R3* и транзистор *T2*; переменное напряжение частот 128 кГц подается через конденсатор *C5* на следующий каскад — транзисторы *T3* и *T4*, включенные последовательно. Такая схема включения имеет большое входное сопротивление, за счет чего почти исключается влияние последующей части схемы на режим автогенератора.

Одним из факторов, вызывающих нестабильность частоты генератора, является непостоянство амплитуды колебаний в кварцевом

резонаторе. Действие этого фактора значительно ослабляется схемой, в которой транзистор *T2* включен в цепь отрицательной обратной связи ООС автогенератора в качестве переменного сопротивления постоянному току в цепи ООС. Переменное напряжение обратной связи, снимаемое с коллектора *T4* через конденсатор *C9*, подается на выпрямитель, состоящий из диодов *Д1* и *Д2*. Выпрямленное напряжение выделяется на резисторе *R7* (переменная составляющая закорачивается конденсатором *C7*) и подается на базу *T2* (минус на базе, плюс на коллекторе). Этот транзистор имеет *n-p-n*-проводимость, поэтому он запирается отрицательным напряжением. Чем больше напряжение на выходе усилителя *T3—T4*, тем больше выпрямленное отрицательное напряжение на базе *T2*, тем сильнее он будет запираться, т. е. будет увеличиваться сопротивление $R_{эк}$ участка коллектор-эмиттер. Следовательно будет увеличиваться сопротивление нагрузки транзистора $T1—R3—R_{эк}$ и падать напряжение. Это напряжение (плюс на корпусе, минус на эмиттере *T1*), приложенное к базе *T1* через резистор *R1*, уменьшает ток через транзистор, а значит, и выходное напряжение нагрузки $R3—R_{эк}$. Таким образом автоматически регулируется и поддерживается постоянным выходное напряжение.

Цепочка, состоящая из параллельно включенных резисторов *R6* и конденсатора *C6*, служит для подачи автоматического смещения частот на базу *T3*. Постоянная составляющая коллекторного тока, проходя через резистор *R6*, создает в нем падение напряжения (переменный ток проходит через конденсатор *C6*), которое через резистор *R5* прикладывается к базе транзистора *T3* (плюс на базу, минус на эмиттер). Чем больше коллекторный ток, тем больше положительное напряжение на базе, которое автоматически уменьшает коллекторный ток.

Такую же функцию выполняет и цепочка *R9—C7*.

В цепь коллектора транзистора *T4* включен резонансный контур L—C10—C11, настроенный на частоту 128 кГц. Часть напряжения через емкостной делитель C10—C11 (чтобы уменьшить влияние последующих каскадов на автогенератор) подается на резонансный усилитель и далее на двухкаскадный буферный усилитель.

Все элементы автогенератора (кроме выходного буферного усилителя) размещены в термостате, внутри которого поддерживается температура 60°С. Относительное изменение частоты колебания генератора в рабочих диапазонах температур и изменения питающих напряжений не превышают $\pm 1 \cdot 10^{-7}$, т. е. частота изменяется не более чем на 0,013 Гц.

Делители частоты. Работу делителя частоты рассмотрим на примере делителя ДЧ-128/4, с помощью которого делением частоты 128 кГц получаем частоту 4 кГц. Структурная схема делителя приведена на рис. 138, *а*, форма напряжения в различных участках схемы — на рис. 138, *б*.

Формирующее устройство *ФУ* образует импульсы запуска первого делителя *ДЧ-128/2*. Синусоидальное напряжение вида *1* от генератора 128 кГц подается на вход *ФУ*, где оно попадает на огра-

ничитель, на выходе которого получаем импульсы напряжения вида *2*. Затем это напряжение дифференцируется (вид *3*) и после выпрямителя, пропускающего ток одного направления, получим импульсы напряжения вида *4*, которые подаются на делитель *ДЧ-128/4*. Этот делитель выполнен в виде триггера с двумя устойчивыми состояниями, управляемого импульсами формирующего

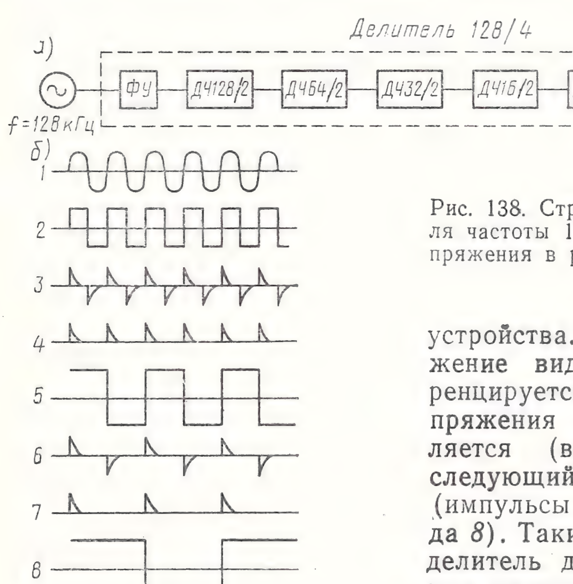


Рис. 138. Структурная схема делителя частоты 128/4 (*а*) и формы напряжения в различных участках схемы (*б*)

устройства. С триггера напряжение вида *5* снова дифференцируется (импульсы напряжения вида *6*), выпрямляется (вид *7*) и запускает следующий делитель *ДЧ-64/2* (импульсы напряжения вида *8*). Таким образом, каждый делитель делит частоту входных импульсов на 2. С последнего делителя *ДЧ-8/2* импульсы с частотой 4 кГц подаются на вход резонансного усилителя *Ус*, который усиливает их по мощности и выдает синусоидальное напряжение 4 кГц.

Распределители мощности. Распределители мощности РМ подключаются к выходам автоматических переключающих устройств и являются переходными элементами между ними и нагрузкой — стойками СИП, СГП и др.

На рис. 139 показан распределитель мощности индивидуальных несущих частот. Он состоит из согласовывающего трансформатора *Тр* и резисторов *R1* и *R2* сопротивлением 137 Ом каждый, которые являются эквивалентами нагрузки. Уровень на выходе распределителей мощности индивидуальных несущих частот равен +10 дБ на нагрузке 67,5 Ом.

Распределители мощности контрольных частот построены по такой же схеме. Количество включенных резисторов зависит от числа подключенных стоек. Иногда на выходе РМ включается удлинитель.

Защита от перенапряжений и сигнализации. Основное и резервное оборудование стоек СУГО и СКЧ получает питание по отдельным независимым цепям.

В унифицированном генераторном оборудовании предусмотрена сигнализация: перегорания предохранителей, отсутствия или изменения напряжения источников пит: ния (21,2 и 24 В), изменения уровня несущих и контрольных частот, отклонений температуры термостата от допустимых пределов.

Стойка СУГО-II. В состав оборудования стойки СУГО-II входят два комплекта (основной и резервный) панелей с приборами для образования частоты 124 кГц; два генератора гармоник ГГ-124; семь пар панелей для выделения групповых несущих частот 612, 1116, 1364, 1612, 1860, 2108, 2356 кГц; панели для выделения групповой несущей частоты 4152 кГц; устройства, образующие контрольные частоты 308 и 1364 кГц для линейного тракта системы К-300, контрольные частоты 308, 1056, 3372, 4656, 5974 и 8544 кГц для системы К-1920 и частоту 1552 кГц для контроля трактов третичных групп. Кроме того, стойка СУГО-II имеет следующие устройства: вспомогательные — для проверки частот генераторов 5974 и 8544 кГц, распределительно-смешивающие РСУ-300 и РСУ-1920 для питания, сигнализации и контроля.

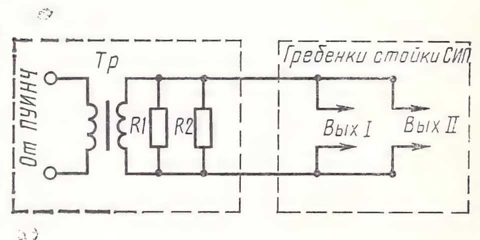


Рис. 139. Схема распределителя мощности индивидуальных несущих частот

Контрольные вопросы

1. Каков принцип действия генератора гармоник?
2. Каково назначение генератора гармоник ГГ-4?
3. Из каких основных блоков состоит задающий генератор?
4. Как работает делитель частоты ДЧ-128/4?

ГЛАВА XIII

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ К АППАРАТУРЕ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ПО ЛИНИЯМ СВЯЗИ

§ 78. АППАРАТУРА ВЫДЕЛЕНИЯ ПЕРВИЧНЫХ И ВТОРИЧНЫХ ГРУПП

Линейные тракты систем передачи с большим числом каналов (К-300, К-1920, Р-600) имеют, как правило, значительную протяженность и образуют мощные пучки каналов, обеспечивающие связь между оконечными и переприемными пунктами. Обслуживаемые усилительные пункты ОУП часто размещаются в районных, областных центрах, крупных городах. Необходимое число выделяемых в ОУП каналов, как правило, составляет 60—120. В этом слу-

чае организация переприема нецелесообразна, так как для этого требуется два комплекта преобразовательного оборудования, которое для каналов без переприема не нужно и вносит лишь дополнительные помехи и искажения. Экономически выгодно переприемные пункты устраивать там, где оканчивается и выделяется больше половины общего числа каналов системы. Для пунктов, в которых требуется выделение одной или двух вторичных групп, используется аппаратура выделения.

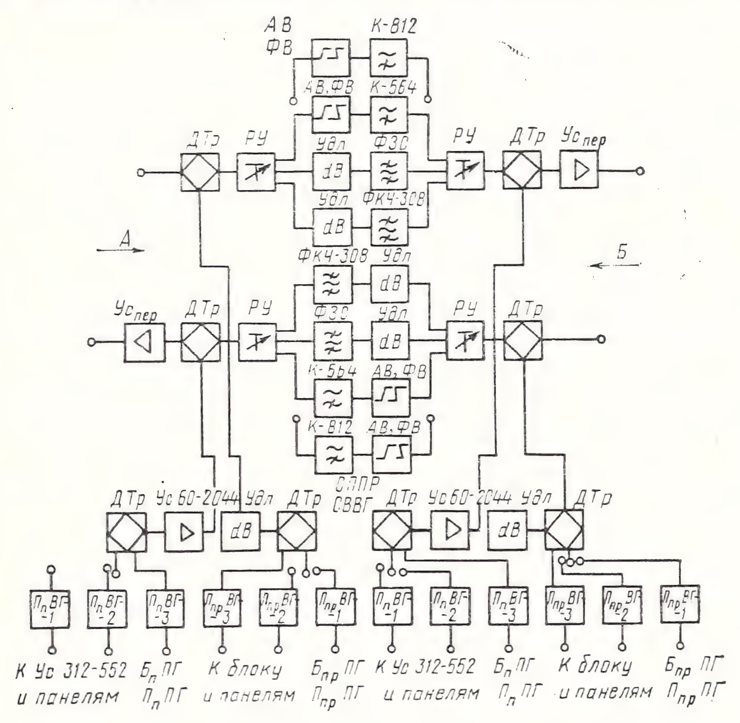


Рис. 140. Функциональная схема выделения вторичных групп

Аппаратура выделения небольшого числа каналов (до 4), применяемая на воздушных линиях, рассмотрена в гл. IX.

Рассмотрим аппаратуру выделения 60-канальных вторичных групп из линейных трактов систем К-1920 и Р-600. Узлы, включаемые в тракт передачи, размещены на стойке прямого прохождения СППР, а оборудование для преобразования частот выделяемых и вводимых групп каналов — на стойке выделения СВВГ.

Несущие токи для преобразования поступают от унифицированной стойки СУГО-1, а в отдельных случаях — от упрощенной стойки генераторного оборудования аппаратуры выделения СВГО-2. Для образования отдельных каналов используют типовые стойки СИП-60 и СТВ-ДС-60. На рис. 140 показаны только узлы СППР и СВВГ.

Выделяемые тракты и следующие без переприема тракты (с направления *А*) поступают на дифференциальный трансформатор *ДТр* стойки СППР, который разделяет их. Далее следует развязывающее устройство *РУ* с одним входом и тремя выходами. К первому выходу подключен фильтр *К-564*. Так как он имеет крутую характеристику затухания, то вносит существенные амплитудно-частотные и фазовые искажения. Для корректирования их перед фильтром включены амплитудный и фазовый выравниватели *АВ* и *ФВ*. Ко второму выходу *РУ* подключены удлинитель и фильтр *ФЗС*, пропускающий полосу частот канала звукового сопровождения *ЗС* от 273 до 288 кГц. К третьему выходу также через удлинитель подключен узкополосный фильтр *ФКЧ-308*, обеспечивающий прямое прохождение контрольной частоты 308 кГц. Выходы всех трех ветвей объединяются в развязывающем устройстве *РУ*. За ним следует дифференциальный трансформатор *ДТр*, ко второму входу которого подключен выход групп каналов, вводимых на данной станции взамен выделенных. К первому выходу *ДТр* подключен типовой усилитель $Ус_{пер}$ системы К-1920, компенсирующий затухание пассивных элементов, включенных в тракт.

Удлинители, установленные перед *ФЗС* и *ФКЧ*-308, заменяют затухание, внесенное в первую ветвь выравнивателями *АВ* и *ФВ*. Их подбирают так, чтобы затухание всех трех ветвей было одинаковым, а общее затухание включенных в тракт элементов равнялось усилению $Ус_{пер}$.

При включении в тракт фильтра К-564, пропускающего частоты выше 564 кГц, в данном пункте можно выделить вторичную групповую полосу частот 312—552 кГц. Если выделение 60 каналов в данном ОУП недостаточно, то К-564 заменяется фильтром К-812 (с соответствующими выравнивателями *АВ* и *ФВ*), препятствующим прохождению токов с полосой частот до 812 кГц. В этом случае на ОУП можно организовать связи по двум вторичным группам в каждую сторону.

Выделяемые частоты через удлинитель проходят к *ДТр*, установленному на входе тракта приема *СВВГ*. Выходы дифтрансформатора подключаются к входам панелей приема вторичных групп $П_{пр}ВГ$*-3*, $П_{пр}ВГ$*-2* или $П_{пр}ВГ$*-1*. В состав этих панелей входят фильтры, выделяющие соответствующую полосу частот, и преобразователи (при необходимости). На выходе панелей $П_{п}ВГ$ подключаются соответствующие заградительные фильтры для контрольных частот, а далее следует блок параллельной работы, к которому подключаются пять панелей приема первичных групп. Полученные на выходах $П_{пр}ПГ$ полосы частот 60—108 кГц можно использовать для дальнейшего выделения каналов или для включения в другую аппаратуру передачи.

В тракт передачи стойки *СВВГ* включены комплекты оборудования передачи первичных групп (5 панелей), блок параллельной работы, усилитель 312—662 кГц, панели передачи $П_{п}ВГ$, дифференциальный трансформатор *ДТр*, объединяющий выходы $П_{п}ВГ$*-3* и $П_{п}ВГ$*-2* или $П_{п}ВГ$*-1*, и усилитель *Ус* 60—2044 кГц.

Как и в аппаратуре оконечных пунктов, в тракты передачи первичных групп вводятся контрольные сигнальные частоты 84,14 кГц, а в тракты передачи вторичных групп — контрольные сигнальные частоты 411,86 кГц.

Вместо панелей *П*$_{п}$*ВГ-2* и *П*$_{пр}$*ВГ-2* можно использовать соответственно панели *П*$_{п}$*ВГ-1* и *П*$_{пр}$*ВГ-1,* в которых полоса частот 312—552 кГц с помощью тока несущей 564 кГц преобразуется в 12—252 кГц для соединения с линейным трактом системы К-60П или V-60Е.

Аналогично строится аппаратура выделения одной или двух 12-канальных первичных групп из линейного спектра системы К-60П или V-60Е. В этих системах для выделения первичных групп используется стойка СВПГ, в которой панель прямого прохождения частот имеет фильтр К-108 или К-60.

В первом случае первичные группы с частотами выше 108 кГц проходят напрямую, а 12-канальная группа 60—108 кГц выделяется и может быть использована для организации каналов с помощью СИО либо для высокочастотного транзита первичных групп. Первичная группа с полосой частот 12—60 кГц также выделяется и может быть введена в линейный спектр системы К-24-2 либо с помощью несущей частоты 120 кГц преобразована в полосу 60—108 кГц.

Во втором случае при использовании фильтра К-60 напрямую проходят четыре первичные группы, а выделяется первичная группа ПГ-1 с полосой частот 12—60 кГц.

Несущие частоты для индивидуальных преобразователей групповую несущую частоту 120 кГц и контрольные частоты 16; 64; 104 и 84,14 кГц получают либо от унифицированного генераторного оборудования, либо от специально разработанной стойки СВГО-12.

§ 79. АППАРАТУРА ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ТРАНЗИТА ПЕРВИЧНЫХ И ВТОРИЧНЫХ ГРУПП

С помощью описанной выше аппаратуры выделения первичных и вторичных групп можно организовать транзитные соединения различных систем передачи. Для этого необходимо, чтобы совпадали частотные полосы входных и выходных уровней. Однако непосредственное подключение тракта приема одной системы передачи ко входу тракта другой системы передачи через удлинители не обеспечивает требуемого качества связи. Дело в том, что помехи от каналов соседних групп, отстоящие от полезных сигналов на 0,9 (и более) кГц, недостаточно подавляются фильтрами панелей П$_{пр}$ПГ и, поступая на преобразователи частоты первичных групп, создают помехи, совпадающие по частоте с полезными сигналами. В связи с этим можно представить, как ухудшается качество передачи из-за накопления помех в междугородных сетях, где предусматривается возможность организации связей, содержащих до десяти транзитных соединений. Во избежание этого требуется, чтобы аппаратура транзита первичных групп пропускала токи с частота-

ми 60,6—107,7 кГц и подавляла частоты соседних каналов (59,7 и 108,6 кГц, отстоящие от крайних частот на 0,9 кГц) не менее чем на 70 дБ. Аппаратура транзита вторичных групп должна пропускать токи с частотами 312,3—552,7 кГц и подавлять частоты 299,7 (и менее) кГц и 564,6 (и более) кГц также на 70 дБ.

Кроме того, линейные контрольные частоты, передаваемые по данной магистрали, не должны переходить в другие системы, где они могут внести помехи в каналы или нарушить действие устройств АРУ, управляемых совпадающей по значению частотой.

Тракты приема и передачи соединяют через специально разработанные панели транзита первичных ПТПГ и вторичных ПТВГ групп. Каждая панель содержит фильтры, необходимые для соединения трактов одного направления передачи, поэтому для организации двустороннего транзита требуются две панели.

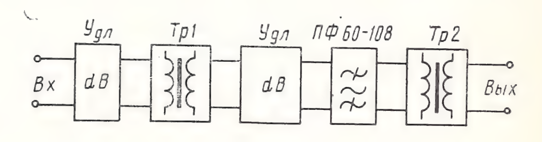


Рис. 141. Схема транзита первичной группы

Схема транзита первичной группы приведена на рис. 141. Схема состоит из полосового фильтра *ПФ60-108*, постоянного и переменного удлинителей *Удл* и согласовывающих трансформаторов *Тр*.

Если транзит осуществляется в первичных группах систем К-60П, В-12-2, КВ-12, то к этой схеме добавляются заградительный фильтр с затуханиями на частотах 60, 64 и 104 кГц, согласовывающий трансформатор и выходной удлинитель. Необходимость указания точных частот, где происходит затухание, определяется тем, что линейная контрольная частота системы К-60, равная 16 кГц, после преобразования в тракте приема оконечной станции несущими частотами 564 и 444 кГц составляет 104 кГц. Линейная контрольная частота системы К-60П — 112 кГц после преобразования несущими частотами 564 и 516 кГц, на выходе первичной группы составляет 64 кГц, а линейные контрольные частоты систем В-12-2 и КВ-12 после преобразования в тракте приема станции ОВ-12-2 равны 60 кГц.

Указанные панели первичных групп приспособлены для установки на стойке СТПГ. На этой стойке можно разместить 16 панелей (без заградительных фильтров) для транзита восьми первичных групп либо 8 панелей с 8 заградительными фильтрами для транзита четырех первичных групп.

В настоящее время выпускается стойка транзита первичных групп с корректором СТПГ-К. На ней установлены блоки амплитудных корректоров для выравнивания переменных амплитудно-частотных характеристик 12-канальных трактов, что дает возможность создать 9—10 транзитов, амплитудный магистральный корректор КАМ и специальный усилитель на полупроводниках. Со стойки СТПГ-К можно осуществлять четыре двусторонних высоко-

частотных транзита. Напряжение питания усилителей — 21,2 В, сигнализации — 24 В.

Панели транзита вторичных 60-канальных групп содержат полосовой фильтр 312—552 кГц, переменный удлинитель и кварцевый заградительный фильтр с пиками затухания на частотах 308 и 556 кГц. Эти частоты возникают на выходах трактов приема вторичных групп системы К-1920 в результате преобразования линейных контрольных частот 308 и 1056 кГц, а также контрольной частоты третичных групп 1552 кГц. Панели устанавливают на стойках СТВГ-М. На этих же стойках размещается оборудование для двустороннего транзита пяти вторичных групп.

§ 80. АППАРАТУРА ПРОВОДНОГО ВЕЩАНИЯ

В целях обмена радиовещательными программами, а также для их централизованной передачи создаются специальные сети каналов вещания. При этом используется аппаратура систем высокочастотной передачи.

Сеть радиовещания состоит из специальных каналов вещания, организуемых либо по трактам многоканальных систем, либо непосредственно на линиях с помощью специальной аппаратуры. Программы вещания, переданные по сети междугородных каналов вещания из Москвы, подаются на местные радиовещательные станции, а также на городские радиотрансляционные сети, в которые включены абонентские точки. В сельской местности устраивают специальные проводные линии, по которым программы вещания передаются непосредственно из районного радиоузла в населенные пункты района — деревни и поселки.

Радиовещание в отличие от телефонного разговора предусматривает дополнительно передачу музыки, пения и т. д., поэтому спектр радиовещательного канала значительно шире, чем телефонного, и имеет бо́льший динамический диапазон.

Каналы звукового вещания по предъявляемым к ним требованиям разделяются на три класса: высший, первый и второй. Каналы высшего класса имеют полосу частот до 15 кГц и используются для звукового сопровождения телевизионных передач. Полоса частот каналов первого класса не превышает 10 кГц. Они служат для передачи программ центрального вещания в республиканские областные центры, а также для междугородных передач вещания. Каналы второго класса предназначены для межобластного, внутриобластного и районного вещания и имеют полосу частот до 6 кГц. Для каналов первого класса используют строенные, а для каналов второго класса сдвоенные телефонные каналы систем высокочастотного уплотнения.

Упрощенная схема оконечной аппаратуры передачи вещания по объединенным каналам АВ-2/3 приведена на рис. 142. Сигналы вещания на входе передающего тракта аппаратуры ограничиваются по спектру фильтром нижних частот *ФНЧ* типа Д-6,4 или Д-10. Выбор фильтра определяется классом канала вещания и, следователь-

но, числом используемых для этой цели телефонных каналов.

В качестве несущей частоты преобразования для вещания по объединенным каналам используется частота 96 кГц, являющаяся несущей частотой 4-го канала 12-канальной группы. Таким образом, при подаче на вход преобразователя полосы частот до 6,4 кГц нижняя боковая полоса частот модулированного сигнала вещания займет полосу 89,6—95,95 кГц, т. е. полосу 4-го и 5-го каналов 12-канальной группы. При подаче на вход преобразователя полосы частот до 10 кГц нижняя боковая полоса модулированного сигнала вещания займет полосу 86—95,95 кГц, т. е. полосу 4, 5 и 6-го каналов 12-канальной группы.

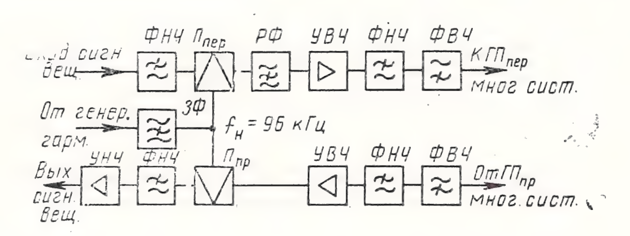


Рис. 142. Функциональная схема аппаратуры передачи вещания по спектру объединенных каналов многоканальной системы

Для пропускания полезной нижней боковой полосы частот в аппаратуре предусмотрены фильтры нижних *ФНЧ* и верхних *ФВЧ* частот. Эти фильтры включаются после усилителя высокой частоты *УВЧ*. Для снижения требований к фильтру *ФНЧ* в отношении крутизны нарастания характеристики затухания применяется фазово-разностная схема преобразования частоты.

Режекторный фильтр *РФ,* включенный после преобразователя передачи $П_{пер}$, используется для подавления остатка несущей частоты преобразования.

В приемном тракте аппаратуры вещания установлены такие же, как и на передаче, фильтры нижних и верхних частот. После преобразователя приемника $П_{пр}$ установлен соответствующий фильтр нижних частот Д-6,4 или Д-10.

Для снижения уровня шумов перед *ФНЧ* (на передаче) включается предыскажающий контур и сжиматель (компрессор), а после *ФНЧ* (в приемной части аппаратуры) — восстанавливающий контур и расширитель (экспандер).

В тракт подачи тока несущей частоты на преобразователи включен кварцевый заградительный фильтр *ЗФ* для подавления соседних с 96 кГц несущих частот.

Система областного вещания. Для организации вещания по стальным воздушным цепям внутриобластной связи применяется передающая станция областного вещания ПСВО (оконечная), приемная станция ОСВО и усилительная станция вещания УСВО с автономным или дистанционным питанием.

Передающая станция ПСВО преобразует низкочастотный спектр вещания с полосой частот до 6 кГц в высокочастотный спектр 28,7—34,7 кГц для передачи по линии. Станция ПСВО рассчитана на передачу программ вещания на десять направлений (цепей).

Длина усилительного участка составляет до 40 км; максимальное количестсво участков — шесть.

Усилительная станция вещания УСВО имеет фильтры для выделения полосы 28,7—34,7 кГц, одночастотную, плоскую или наклонную АРУ с контрольной частотой 34,7 кГц.

Приемная станция преобразует линейный спектр ВЧ в спектр низких частот и имеет фильтры К-28 и Д-35, фазовый и амплитудный выравниватели, линейный усилитель, демодулятор, фильтр Д-6, усилитель низких частот с регулятором усиления и расширитель. Система может работать совместно с аппаратурой высокочастотного уплотнения ВС-3, для чего необходимы специальные фильтры Д-26.

Дистанционное питание обеспечивает напряжение 180 В на зажимах питаемой станции.

Стойка вещания малой емкости КВМ-2. Эта стойка предназначена для передачи и приема программ вещания по междугородным вещательным каналам из радиовещательной аппаратной, а также для транзита программы вещания.

КВМ-2 обеспечивает возможность контроля программ вещания, оперативной замены рабочих каналов резервными, включения в тракт вещания (при подготовке к работе) переговорных устройств и генератора для проверки или передачи служебных сообщений по обратным каналам во время работы, наблюдения за исправностью вещательных трактов по лампам цепи сквозной сигнализации СС. Оборудование стойки КВМ-2 позволяет одновременно передавать четыре программы исходящего вещания по 24 каналам и принимать три программы входящего вещания по любому из 24 обратных каналов.

Диапазон рабочих частот каждого канала составляет 50—10 000 Гц.

В состав оборудования стойки КВМ-2 входят: усилители вещания; усилители служебных переговоров и связи; усилители для цепей контроля и измерения динамического уровня; коммутационные устройства организации программ исходящего, входящего вещания и цепи сквозной сигнализации; фильтры питания и резервные усилители.

На стойке смонтирован комплект вспомогательных приборов: узел контроля (громкоговоритель с усилителем и индикатором динамического уровня); громкоговоритель и усилитель связи, подключаемые к любому из обратных каналов; микротелефон и усилитель для служебных переговоров по вещательным каналам; генератор и индикатор программ вещания.

Для связи по местным линиям на стойке имеется блок телефон-

ной связи, позволяющий включить три местные соединительные линии.

Смонтированное на стойке оборудование обеспечивает связь с абонентами станций ЦБ, МБ или АТС.

Аппаратура систем передачи по кабельным и радиорелейным линиям каналов вещания УКРЛВ. Эта аппаратура предназначена для образования восьми каналов вещания и четырех телефонных каналов для служебной связи и работает в диапазоне частот 12—252 кГц. Кроме того, она позволяет организовать один канал вещания в обратном направлении. УКРЛВ может работать на линиях, оборудованных аппаратурой Р-600, или на симметричных кабельных цепях длиной до 120 км. При работе на кабельных цепях используются оконечные и необслуживаемые пункты системы К-60П.

Полоса частот каждого канала вещания составляет 50—10 000 Гц, а телефонного канала — 300—3400 Гц. Для каналов вещания используется диапазон частот 74—252 кГц, для телефонных каналов служебной связи — 20—60 кГц.

Аппаратура работает по общему принципу построения многоканальных систем ВЧ-уплотнения. На станции А, которая является передающей, осуществляется преобразование поступающих от радиовещательной аппаратной по каналам вещания низкочастотных сигналов, а по телефонным каналам — разговорных и вызывных сигналов в ВЧ-сигналы группового спектра. Преобразование вещания осуществляется с помощью несущих частот 84, 108, 132, 156, 180, 204, 228 и 252 кГц; в линию передаются нижние боковые полосы частот (например, 74—84, 98—208 кГц и т. д.), выделяемые полосовыми фильтрами. Для телефонных каналов применяются несущие частоты 24, 36, 48 и 60 кГц, а полосовые фильтры выделяют для них нижние боковые полосы частот (20,6—23,7, ..., 56,6—59,7 кГц). Со станции А передается частота 12 кГц для синхронизации задающего генератора станции Б. Общий спектр частот 12—252 Гц через регулируемый удлинитель и усилитель подается в линию. В приемной части станции А ВЧ-сигналы 74—84 кГц обратного канала вещания преобразовываются в НЧ-сигналы 50—10 000 Гц.

Станция Б является приемной и осуществляет обратное преобразование ВЧ вещательных и телефонных сигналов, поступающих с линии, в НЧ-сигналы, а также преобразование НЧ-сигналов обратного канала вещания в ВЧ-сигналы и передачу их в линию к станции А.

Аппаратура питается от сети переменным током напряжением 220 В или постоянным током напряжением 21,2 В (основные цепи) и 24 В (цепи сигнализации).

Стойки станций А и Б имеют индивидуальное и групповое оборудование каналов вещания и каналов служебной связи, выпрямители (основной и резервный) для питания аппаратуры от сети переменного тока, генераторное оборудование, блок защиты и сигнализации.

§ 81. ФОТОТЕЛЕГРАФНАЯ СВЯЗЬ

Как и телеграфная, фототелеграфная связь является видом документальной связи и служит для передачи изображений. В основу фототелеграфии положен метод разложения изображения на элементы и передача информации о каждом элементе по каналу связи. В месте приема из передаваемых элементов складывается изображение.

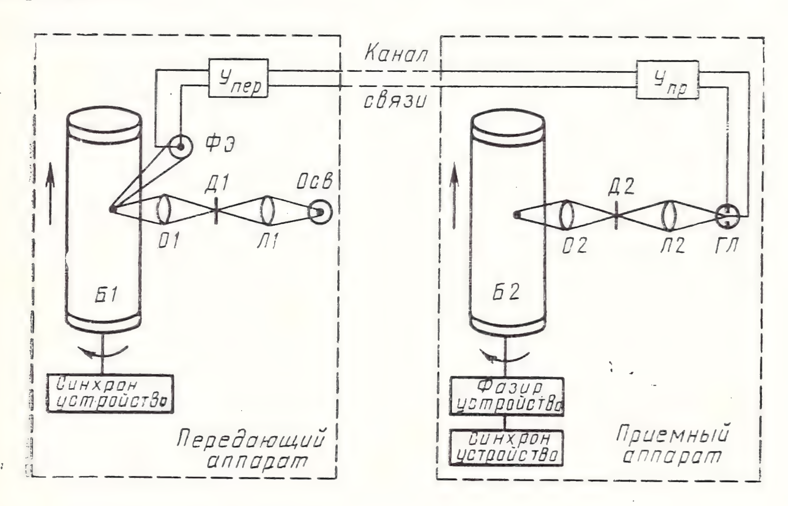


Рис. 143. Структурная схема фототелеграфной связи

Разложение изображения на элементы осуществляется с помощью развертки. Такая развертка применяется в телевидении: на передающем конце электронный луч пробегает все изображение от одного края к другому (справа налево) и вычерчивает строку, потом луч смещается вниз, пробегает следующую строку и т. д. При этом ток луча изменяется в соответствии с передаваемым изображением.

Подобная развертка изображения применяется и в фототелеграфии. Рассмотрим ее принцип действия на примере барабанной развертки, как наиболее простой.

На рис. 143 изображена схема фототелеграфной связи, в которой используется фотографический метод записи изображения. В передающем аппарате изображение, подлежащее передаче, закрепляется на барабане *Б1*. На приемном аппарате на таком же барабане *Б2* закрепляется светочувствительная бумага. Оба барабана вращаются и одновременно совершают поступательное движение (на рисунке показано вверх) относительно своих светооптических систем.

В светооптической системе передачи свет от осветителя *Осв*, пройдя через линзу *Л1*, диафрагму *Д1* и объектив *О1*, проецируется на поверхность изображения, закрепленного на барабане, в ви-

де светового пятна. Световое пятно имеет размеры долей миллиметра и тем самым выделяет отдельные элементы изображения. Отраженный элементом изображения световой поток попадает на фотоэлемент *ФЭ,* преобразующий световой поток в фототок (электрический сигнал). Чем светлее элемент изображения, тем больше отраженный световой поток и больше фототок, и наоборот. Таким образом, электрический сигнал от устройства передачи $У_{пер}$ будет зависеть от характера передаваемого изображения. При пробегании светового луча по всей поверхности барабана в линию будет полностью передано все изображение.

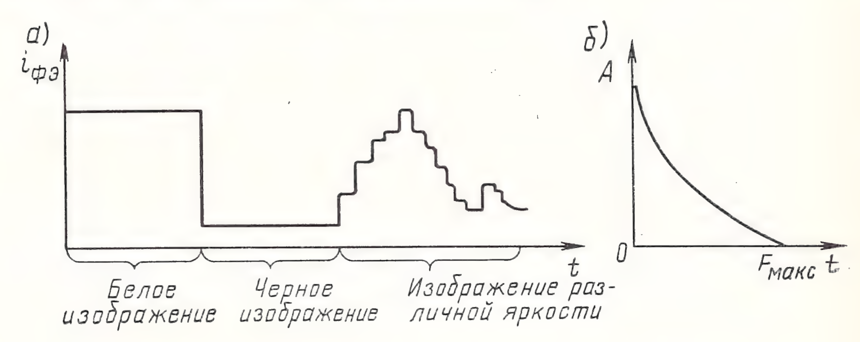


Рис. 144. Ток, поступающий от фотоэлемента (*а*), и его спектр (*б*)

Пройдя по каналу связи, переменный электрический ток поступает в устройство приема $У_{пр}$ и далее на газосветовую лампу *ГЛ*, излучающую световой поток, который пропорционален приходящему электрическому сигналу. Этот световой поток через линзу *Л2*, диафрагму *Д2* и объектив *О2* попадает на светочувствительную бумагу, закрепленную на барабане *Б2*. Чем больше ток в канале связи, тем больше световой поток от газосветовой лампы и больше потемнение бумаги на барабане *Б2*. Таким образом, мы получаем негативное изображение. Для получения позитивного изображения нужно поменять полярность поступающего электрического тока в устройствах передачи или приема.

Для обеспечения одинаковых изображений в месте приема и передачи необходимо, чтобы барабаны вращались синхронно (с одинаковой скоростью) и синфазно (начинали вращение с одного и того же положения). Это достигается благодаря наличию специальных устройств фазирования и синхронизации, для работы которых в канал связи передаются специальные сигналы перед передачей изображения.

Ток, поступающий от фотоэлемента *ФЭ*, показан на рис. 144, *а*, а его спектр — на рис. 144, *б*.

Для фототелеграфной связи используются обычные стандартные телефонные каналы, имеющие полосу пропускания 300—3400 Гц. В то же время спектр электрического фотосигнала имеет спектр частот от 0 (постоянный ток) до некоторой частоты $F_{макс}$.

Поэтому в передающем устройстве фототок поступает на модулятор, где преобразуется в модулированный сигнал, имеющий несущую и две боковые полосы частот. Несущая частота обычно помещается в средние полосы пропускания телефонного канала, т. е. $f_{нес}=1500—1700$ Гц. А в приемном устройстве поступающий сигнал демодулируется и подается на газосветовую лампу.

В каждом виде изображений (фотография, машинописный текст и т. д.) имеются детали с наименьшими размерами $d_{мин}$, воспроизведение которых является необходимым. Условно $d_{мин}$ можно принять за размер элемента изображения (элементарной площадки), и шаг развертки δ должен быть не больше этого значения. Разрешающую способность в поперечном к строкам направлении или четкость изображения выражают числом строк на миллиметр: $n=1/\delta$, где δ — шаг развертки.

Через $d_{мин}$ можно выразить и разрешающую способность в продольном направлении, т. е. в направлении строк развертки или просто разрешающую способность.

При фототелеграфной передаче развертывающий элемент — световое пятно — в зависимости от формы диафрагмы может быть получен или прямоугольной, или круглой формы. Развертывающий элемент прямоугольной формы имеет два размера: $a_р$ — ширина, совпадающая с направлением строки, и $b_р$ — высота, направленная поперек строки.

Чтобы на воспроизводимом изображении не было заметно строчной структуры, выбирают $b_р=\delta$, т. е. равным шагу развертки. Размер $a_р$ должен быть возможно малым, чтобы не сказывались конечные размеры развертывающего элемента, вызывающие заметные для глаза искажения, и в то же время он должен быть таким, чтобы обеспечить необходимый для работы фотоэлемента световой поток, отраженный от элемента изображения. Современные светооптические системы позволяют уменьшить $a_р$ до величины 0,05—0,1 мм.

Развертывающий элемент круглой формы дает возможность получить диаметр светового пятна $d_р=1{,}5\,\delta$ (при этом диаметре на воспроизводимом изображении незаметно строчной структуры). Однако по соображениям уменьшения искажений, вызванных конечной величиной развертывающего элемента, следовало бы уменьшить величину $d_р$. Таким образом, круглое пятно не удовлетворяет противоречивым требованиям, поставленным для поперечного и продольного направлений развертки. Поэтому применяют диафрагму, с помощью которой можно получить световое пятно прямоугольной формы, где $b_р$ и $a_р$ независимы друг от друга. При передаче обычно принимают $a_р=d_{мин}$.

Площадь изображения, передаваемая при барабанной развертке, выражается формулой $S=\pi D\delta n$, мм²/мин, или $S=120\,F_{макс}\,\delta^2\times\times10^{-4}$, дм²/мин, где D — диаметр барабана, мм; δ — шаг развертки, мм; n — число оборотов барабана или число строк, развертываемых в минуту; $F_{макс}$ — максимальная частота фотосигнала, кГц.

С помощью фототелеграфа организована передача центральных газет в крупные города для печатания их в отдаленных районах страны. Благодаря этому население этих районов получает газеты в день их выхода в Москве.

Фототелеграфный способ позволяет воспроизводить в пункте приема на фотопленке точную копию оригинального печатного оттиска. С этой фотокопии способом травления в течение 20 мин изготовляется печатная форма; еще около 10 мин нужно для приготовления матрицы, по которой отливается стереотип, используемый в ротационной машине для отпечатывания тиража.

Для передачи и приема применяется фототелеграфная аппаратура с барабанной разверткой. В передающем барабане закрепляется оттиск целой газетной страницы размером 600×420 мм (диаметр барабана 190 мм, длина 430 мм). Для высококачественной передачи требуется четкость не ниже $n=1/\delta=12{,}5$ строк/мин, отсюда $\delta=d_{\text{мин}}=0{,}08$ мм. При этом время передачи должно быть возможно малым, а полоса пропускания канала связи достаточно большой. Поэтому в данном случае используется полоса частот аппаратуры К-60П или V-60Е, составляющая 252—12=240 кГц.

В настоящее время применяется новая аппаратура «Газета-2», где используется полоса частот 312—552 кГц вторичной группы.

При $F_{\text{макс}}=160$ кГц скорость фототелеграфирования составит: $S=120\cdot F_{\text{макс}}\,\delta^2\cdot 10^{-4}=120\cdot 160\cdot 10^3\cdot 0{,}08^2\cdot 10^{-4}=12{,}3$ дм²/мин.

Полезно используемая площадь газетной страницы равна $S_{\text{газ}}=600\times 400=24$ дм².

Тогда для передачи одной страницы необходимо: $T=S_{\text{газ}}/S=24/12{,}3\approx 2$ мин.

Если вспомогательное время на перезарядку барабана и синхронизацию аппаратов передачи и приема принять равным 1,5 мин, то общее время передачи одной страницы составит 3,5 мин.

Контрольные вопросы

1. Каково значение амплитудного (АВ) и фазового (ФВ) выравнивателей и где их устанавливают?
2. Почему спектр радиовещательного канала значительно шире телефонного и имеет больший динамический диапазон?
3. Каково назначение стойки вещания малой емкости КВМ-2?
4. Каков принцип действия развертки изображения, применяемой в фототелеграфии?

ГЛАВА XIV

СЛУЖЕБНАЯ СВЯЗЬ И ТЕЛЕОБСЛУЖИВАНИЕ

§ 82. УСТРОЙСТВО СЛУЖЕБНОЙ СВЯЗИ

Служебная связь СС организуется для проведения проверочно-регулировочных, ремонтных и профилактических работ. На малоканальных воздушных линиях она осуществляется по каналам низ-

кой частоты, которые на время служебных переговоров исключаются из эксплуатации. Для ведения переговоров техники линейно-аппаратных цехов оконечных и усилительных пунктов с помощью переговорно-вызывного устройства ПВУ подключаются к усилителям НЧ и посылают для вызова в канал тональную частоту 1900 Гц. Линейные надсмотрщики специальным переносным аппаратом подключаются непосредственно к линейным проводам и вызывают техников.

На воздушных линиях, уплотненных 12-канальной аппаратурой, для служебной связи выделяется четырехпроводный канал двухполосной связи. Для передачи в одну сторону используется канал НЧ 300—2400 Гц. На оконечных станциях каналы служебной связи соединяются между собой через модулятор на станции А и демодулятор на станции Б.

На малоканальных кабельных магистралях, уплотненных аппаратурой К-24-2, служебная связь осуществляется по искусственным (фантомным) цепям через средние точки линейных трансформаторов.

На крупных кабельных и радиорелейных магистралях организуется несколько видов служебной связи с использованием унифицированной коммутационно-вызывной аппаратуры УКВСС.

Аппаратура УКВСС предназначена для оперативных служебных связей технического персонала крупных кабельных магистралей КМ и радиорелейных линий РРЛ, а также работников Управления кабельных и радиорелейных магистралей УКРМ и их районов РКРМ. Для ведения переговоров из необслуживаемых усилительных пунктов кабельных магистралей предусмотрено переговорно-вызывное устройство, устанавливаемое на вводно-кабельных стойках ВКС (СВ-НУП для системы К-1920), или переносной аппарат, подключаемый параллельно к четырехпроводной цепи СС через розетки, установленные над НУП.

Существует шесть типов стоек служебной связи: СС-1 — для магистралей коаксиального кабеля с комплектами для подключения пультов УКРМ и РКРМ; СС-2 — то же, но без возможности подключения пультов; СС-3 — для магистралей симметричных кабелей с комплектами для подключениня пультов УКРМ и РКРМ; СС-4 — то же, но без комплектов для подключения пультов; СС-5 — для радиорелейных линий; СС-6 — для одночетверочного кабеля.

Подключением стоек разных типов можно организовать несколько видов служебных связей.

Магистральная МСС — по высокочастотному каналу, используемому по четырехпроводной схеме, для связи между оконечными, переприемными станциями и пунктами выделения групп каналов (стойки СС-2 и СС-4).

Две подстанционные ПСС-1 и ПСС-2 — организованные по четырехпроводной схеме по двум выделенным четверкам кабеля (или по каналам ВЧ и РРЛ) для связи между ОУП в пределах переприемного участка с ответвлениями на телецентры и другие службы

РКРМ. ПСС-1 с индивидуальным и циркулярным тональным вызовом используется в пределах РКРМ, а ПСС-2 без циркулярного вызова используется в УКРМ (стойки СС-1 и СС-3).

Две участковые УСС — по низкочастотным каналам специально выделенных четверок или пар кабеля с вызовом ОУП через устройства телемеханики, а НУП одной частотой 1020 Гц (стойки СС-2 или СС-4).

Три внутристанционные — соединительные линии с техниками узла связи, с абонентами по внешним соединительным линиям и одной связи с городской АТС или РТС.

Оборудование всех стоек одинаково и отличается только количеством входящих в него комплектов.

Функциональная схема основного комплекта оборудования для МСС — ПСС — УСС показана на рис. 145. В комплект входят два усилителя НЧ, включаемые перед и после переходного устройства *УП*. С помощью *УП* создается сквозная связь через данный пункт и переход с четырехпроводных частей канала СС к устройствам коммутации, переговоров и избирательного вызова. *ГТВ* и *ПИВ* передают и принимают вызовы требуемых пунктов.

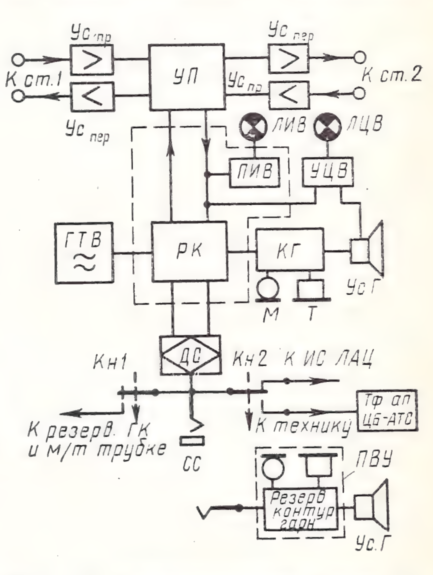


Рис. 145. Функциональная схема основного комплекта МСС—ПСС—УСС

Дифсистема *ДС* осуществляет переход с четырехпроводной схемы канала на двухпроводную. Это необходимо для переключения канала СС на испытательную стойку ИС ЛАЦ или на телефонный аппарат ЦБ, а также для подключения с помощью шнуров резервного контура гарнитуры.

Необходимые переключения в схеме производятся релейным комплектом *РК*, к которому подключаются контур гарнитуры *КГ* с микротелефоном (для ведения переговоров) и усилитель с громкоговорителем *УсГ* (для прослушивания переговоров, акустических сигналов или команд, передаваемых по каналу СС). *ГТВ* имеет 23 кнопки для посылки избирательного и циркулярного вызовов отдельных пунктов, расположенных через 120 Гц в диапазоне 540—3180 Гц. Устройство циркулярного вызова *УЦВ* срабатывает от частоты 2100 Гц и включает лампу циркулярного вызова *ЛВЦ* и усилитель громкоговорителя, дублирующий лампу.

Приемник избирательного вызова *ПИВ* в каждом пункте настроен на определенную частоту. *ПИВ* подает в канал СС квити-

рующий сигнал частотой 420 Гц, а также зажигает лампу индивидуального вызова *ЛИВ*.

При организации магистральной связи из комплекта МСС—ПСС—УСС исключаются входные и выходные усилители передачи и приема (так как МСС осуществляется по каналам ВЧ, имеющим в своем четырехпроводном тракте усилители) и устройства циркулярного вызова УЦВ.

При использовании этого комплекта для ПСС-1, ПСС-2 и УСС на оконечных и промежуточных пунктах из схемы комплекта исключается устройство УЦВ.

В УКРМ, РКРМ и ТЦ устанавливаются 1—2 комплекта МСС—ПСС—УСС.

Для кабельных магистралей, уплотненных аппаратурой К-60П, К-300 и К-1920, а также радиорелейных линий используется унифицированное оборудование служебной связи ССС-1-8 (восемь видов стоек с различным количеством комплектов).

Назначение стоек ССС: ССС-1 — для магистралей малогабаритных коаксиальных кабелей (К-300) без выхода на РКРМ; ССС-2 — то же, но с выходом на РКРМ; ССС-3 — для магистралей с системами К-1920 без выхода на РКРМ; ССС-4 — то же, но с выходом на РКРМ; ССС-5 — для РРЛ; ССС-6 — для уплотненияян одночетверочного кабеля; ССС-7 — для систем К-60П без выхода на РКРМ; ССС-8 — то же, но с выходом на РКРМ.

Принцип действия этой аппаратуры аналогичен описанному выше. Для системы К-1920У разработана аппаратура СС-К, которая заменяет ССС-3 или ССС-4.

§ 83. УСТРОЙСТВО ТЕЛЕОБСЛУЖИВАНИЯ

Для снижения эксплуатационных затрат, улучшения условий эксплуатации магистралей с большим числом необслуживаемых усилительных станций в состав оборудования высокочастотных систем передачи включены устройства телеобслуживания. Устройства телеконтроля ТК и телемеханики ТМ контролируют основные параметры линейного тракта, состояния кабеля и помещения НУП. Устройства ТК позволяют с помощью специального измерительного прибора определить параметры линейных трактов ОП и ОУП, а устройства ТМ передать эти сигналы.

Рассмотрим систему телеконтроля в аппаратуре К-60П. На НУП имеются генераторы токов частоты 275 кГц, включаемые от устройств телеуправления. В ОУП или ОП устанавливается передвижной пульт телеконтроля, состоящий из контрольных генераторов и приемного устройства (узкополосный избирательный указатель уровня, настроенный на частоту телеконтроля).

Для контроля прохождения сигналов по линейному тракту поочередно включаются генераторы контроля (начиная с ближайшего) НУП, а на выходе линейного усилителя ОУП избирательным

приемным устройством измеряются поступающие с НУП токи. По отклонению тока от номинального можно судить о возможных неполадках в оборудовании НУП.

В системе К-60П контролируется прохождение линейного сигнала и затухание нелинейности линейного тракта.

Для обслуживания магистрали многопарного симметричного кабеля предусматривается передача из каждого НУП в ОУП или ОП следующих сигналов извещения: понижение давления воздуха в кабеле, появление воды в камере НУП, открывание двери или люка НУП. Если первый сигнал не требует срочного выезда, то при двух других необходимо немедленно выезжать на НУП, поэтому два последних сигнала объединены в один — срочный. Такая возможность классификации сигналов позволяет упростить устройства телемеханики; в частности, она используется в системе ТМ аппаратуры V-60Е.

Из ОП или ОУП на каждый НУП предусматривается передача только одного сигнала управления — включение генераторов телеконтроля.

В системе К-1920 предусмотрена передача из НУП до 11 сигналов извещения — открывание люка, появление воды, понижение давления в кабеле, пропадание контрольных частот отдельно по первой и второй системам, повреждение цепей дистанционного питания отдельно первой и второй систем, вызов ОУП с НУП по служебной связи и др.

Сигналы извещения о наличии контрольных частот постоянно передаются на ОУП со всех НУП через замкнутые контакты реле КЧ в усилителях. Сигнал повреждения ДП, а также остальные сигналы извещения передаются на ОУП лишь при срабатывании датчиков на НУП. Устройство ТМ-ОУП позволяет контролировать работу и управлять ею на 20 НУП в каждую сторону от ОУП.

Для передачи сигналов извещения с НУП на ОУП и передачи двух сигналов управления с ОУП на любой НУП по одной паре проводов использовано временно́е разделение сигналов с помощью синхронно работающих распределителей. За время работы распределителя каждого НУП происходят прием импульсов управления от ОУП и передача импульсов извещения (сигнализации) от всех датчиков данного пункта. Распределитель ОУП работает непрерывно, поочередно получая и передавая импульсы от всех 20 НУП. Один цикл «обхода» распределителем 20 НУП продолжается около 3 с. Панели телемеханики во всех НУП одинаковы и взаимозаменяемы.

В настоящее время в системе эксплуатационного контроля и технической эксплуатации магистральной первичной сети организуется непрерывный контроль линейных и групповых трактов систем передачи, их участков, а также отдельного оборудования, которое входит в эти тракты, например источники питания, устройства АРУ, генераторное оборудование, помещения НУП и др. С помощью непрерывного контроля обеспечивается оценка состояния трактов, определение поврежденных участков, что дает возмож-

ность своевременно принять решение об организации обходных путей.

Различают несколько состояний линейных групповых трактов. *Норма* — состояние, при котором все выбранные для контроля параметры находятся в пределах установленных допусков, оборудование работает в нормальных условиях, предусмотренных режимах. *Предупреждение* — состояние, при котором контролируемые параметры находятся в пределах установленных допусков, но по данным об условиях работы оборудования можно судить о повышенной возможности отказа. *Повреждение* — состояние, при котором фиксируются отклонения контролируемых параметров от установленных допусков. *Авария* — состояние линейного тракта, при котором прекращается его работа.

Оборудование непрерывного контроля обеспечивает также передачу вспомогательных сигналов об отказовом состоянии оборудования и линии. К таким сигналам относится оповещение о повреждении, которое передается на станции или узлы, к которым относится поврежденный участок тракта. В узлы вторичной сети устройства контроля групповых трактов выдается сигнал блокировки, который сообщает об отсутствии связи в каналах вторичной сети.

В современных многоканальных системах передачи, например в К-1920П, для непрерывного контроля за состоянием линейных групповых трактов используется диаграмма уровней контрольных токов. Оценка состояния тракта также может осуществляться путем проверки шумов в полосе канала тональной частоты.

Контрольные вопросы

1. Для какой цели организуется служебная связь?
2. Сколько существует типов стоек служебной связи и какие виды связи с их помощью можно организовать?
3. Каково назначение устройств телемеханики ТМ и телеконтроля ТК?

ГЛАВА XV

ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

§ 84. ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

В химических источниках электроэнергии ток вырабатывается в результате происходящих в них окислительно-восстановительных реакций. Эти источники подразделяются на две основные группы: первичные (гальванические элементы) и вторичные (аккумуляторы). Гальванический элемент состоит из двух электродов, помещенных в электролит. Различают электролиты сухие и жидкие (наливные). Принцип действия гальванического элемента основан

на том, что при погружении металлического электрода в электролит на границе этих сред возникает разность потенциалов. В качестве электродов в элементах применяют диоксид марганца и цинк (элемент Лекланше), оксид ртути и цинк (ртутно-цинковый) или оксид ртути с графитом и цинк (окисно-ртутный). В сухих элементах электролитом является хлорид цинка, гидрооксид калия, хлористый аммоний и др.

Количество электричества (в ампер-часах), получаемое от элемента при определенных условиях разряда (при данных значениях разрядного тока, начального и конечного разрядного напряжения), называется его *разрядной емкостью.*

В переносных электроизмерительных приборах, устройствах телефонной связи и радио обычно применяются марганцево-цинковые элементы (элемент Лекланше).

Аккумулятор — устройство для накопления энергии с целью ее последующего использования. Электрический аккумулятор преобразует электрическую энергию в химическую и по мере надобности обеспечивает ее обратное преобразование. Аккумуляторы используются как автономные источники электрической энергии. Применяются кислотно-свинцовые и щелочные аккумуляторы.

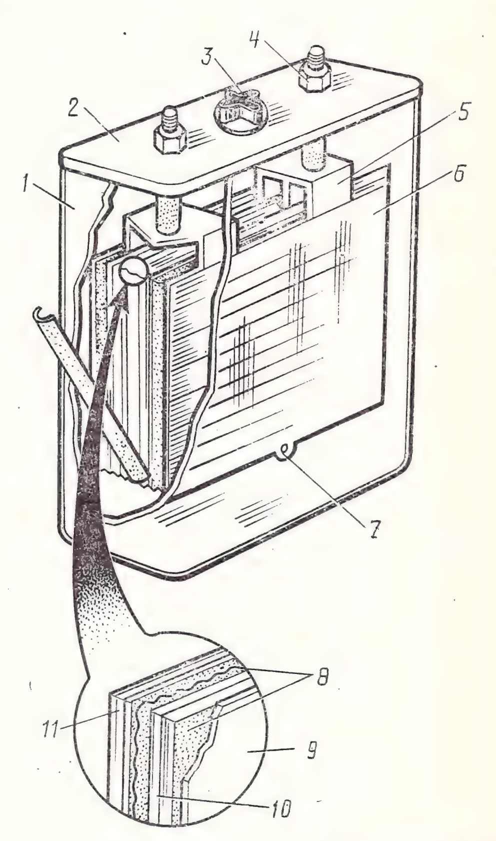


Рис. 146. Общий вид аккумулятора АБН-72:

1 — стеклянный сосуд, *2* — эбонитовая крышка, *3* — клапан, *4* — выводные зажимы, *5* — блок положительных пластин, *6* — блок отрицательных пластин, *7* — П-образный винипластовый боковой изолятор, *8* — перфорированный и гофрированный винипласт, *9* — слой фанеры, *10* — положительная пластина, *11* — отрицательная пластина

Кислотно-свинцовый аккумулятор (рис. 146) представляет собой сосуд, наполненный серной кислотой, в который опущены две пластины — электроды. Одна пластина из диоксида свинца заряжена положительно, другая из губчатого свинца — отрицательно. При разряде аккумулятора ток во внешней цепи идет от положительной пластины к отрицательной, а внутри аккумулятора — наоборот.

В результате разряда активные массы обеих пластин переходят в сернокислый свинец, который образуется за счет химической реакции с серной кислотой. Плотность электролита (которая замеряется ареометром) при этом падает, что является одним из основных признаков окончания разряда аккумулятора. Для стационарных кислотно-свинцовых аккумуляторов понижение плотности электролита до 1,17—1,15 г/см³ свидетельствует об окончании разряда. При нормальной эксплуатации аккумуляторы никогда не разряжают до полного перехода всей активной массы пластин в сернокислый свинец (сульфат), так как сернокислый свинец обладает большим внутренним сопротивлением, препятствующим осуществлению обратного процесса заряда.

При заряде аккумулятора ток внутри него проходит от положительной пластины к отрицательной. Под действием этого тока сернокислый свинец, образовавшийся при заряде на пластинах, снова переходит в губчатый свинец (на отрицательной пластине) и диоксид свинца (на положительной). Образовавшаяся при этом серная кислота повышает плотность раствора электролита. Увеличение плотности электролита кислотно-свинцовых аккумуляторов до 1,2—1,21 г/см³ является основным признаком окончания заряда. В дальнейшем под действием зарядного тока вода электролита начинает разлагаться на водород и кислород. Водород в виде пузырьков выделяется на отрицательных пластинах, а кислород — на положительных пластинах. Интенсивное выделение пузырьков газа на поверхности раствора электролита (кипение) также свидетельствует об окончании заряда аккумулятора.

Для приготовления раствора электролита применяется химически чистая серная кислота, представляющая собой прозрачную маслянистую жидкость плотностью 1,84 г/см³. Для приготовления электролита плотностью 1,18 г/см³ (для стационарных аккумуляторов) необходимо на 1000 см³ (1 л) дистиллированной воды взять 179,2 см³ (330 г) серной кислоты. Разводят этот раствор в керамической посуде. Недистиллированную воду использовать нельзя, так как наличие примесей разрушает пластины.

Заряженный аккумулятор имеет напряжение 2,6—2,8 В, а при разряде оно понижается. Ниже 1,8 В разряжать аккумулятор не рекомендуется во избежание порчи пластин.

При пониженной температуре электролит становится вязким и аккумулятор заряжается значительно дольше.

Емкость аккумулятора зависит от конструкции и величины пластин. Наименьшая номинальная емкость открытого кислотно-свинцового аккумулятора составляет 36 А·ч. Такой аккумулятор обозначается С-1 (стационарный). В других аккумуляторах этого типа буква в обозначении остается та же, а цифра (номер) показывает, во сколько раз его емкость превышает емкость аккумулятора С-1. Например, емкость аккумулятора С-10 составляет 360 А·ч, а С-16 — 576 А·ч. Аккумуляторы СК (стационарные, для кратковременных разрядов) имеют такую же емкость, как и соответствующие по номеру аккумуляторы типа С. Номинальный зарядный ток

составляет 1/6 часть номинальной емкости аккумулятора в амперчасах, а максимальный ток заряда — 1/4 часть.

Недостатком стационарных кислотно-свинцовых аккумуляторов открытого типа является то, что в процессе эксплуатации необходимо периодически удалять осадки электролита с поверхности аккумуляторов и стеллажей, доливать в них воду в связи с испарениями раствора электролита. Применяемые закрытые кислотно-свинцовые аккумуляторы СН (стационарные) и СНП (в полиэтиленовых сосудах) в этом отношении имеют преимущества перед открытыми; номинальная емкость этих аккумуляторов кратна 40.

Щелочными обычно называют железо-никелевые (ЖН) и кадмиево-никелевые (КН) аккумуляторы. У ЖН крайние пластины отрицательные, а у КН — положительные. Активная масса отрицательных пластин у аккумуляторов КН представляет собой смесь порошкообразного кадмия, железа и их оксидов, а у аккумуляторов ЖН — электрохимически активный железный порошок. Активная масса положительных пластин этих аккумуляторов одинакова и представляет собой гидроксид никеля, смешанный с графитом.

Щелочные аккумуляторы ламельной конструкции состоят из положительных и отрицательных пластин, изолированных друг от друга эбонитовыми палочками и размещенных в стальном сосуде. В качестве электролита применяется раствор едкого кали в дистиллированной воде плотностью 1,19—1,21 г/см^3 с добавлением моногидрата едкого лития из расчета 20 г на 1 л готового раствора.

Особенностью щелочных аккумуляторов является неизменность плотности электролита, вследствие чего нельзя практически определить по плотности электролита степень заряженности или разряженности аккумуляторов.

Аккумуляторы ЖН и КН заряжаются током, равным 25% номинальной емкости в течение 6 ч. Для ускорения заряда ток может быть увеличен, но не более чем в два раза.

Номинальное напряжение заряженного щелочного аккумулятора составляет 1,75—1,85 В. При разряде напряжение аккумулятора понижается и тем быстрее, чем больше разрядный ток. Номинальное разрядное напряжение 1,25 В, хотя можно разряжать и до напряжения 0,5—0,6 В, т. е. перепад напряжений между началом и концом разряда у щелочных аккумуляторов довольно большой.

К основным недостаткам аккумуляторов КН и ЖН ламельной конструкции следует отнести их малую удельную емкость (до 100 А·ч) и большое внутреннее сопротивление.

Безламельные аккумуляторы КНБ имеют стальные рамки, к которым приварены тонкие никелированные решетки с активной массой. Такие аккумуляторы хорошо работают при низких температурах, имеют небольшое внутреннее сопротивление и малый саморазряд.

Применяют также серебряно-цинковые, серебряно-кадмиевые аккумуляторы и аккумуляторы с металлическими электродами. Серебряно-цинковые аккумуляторы СЦ по конструкции почти ни-

чем не отличаются от КНБ. В качестве активной массы в них применяют оксид серебра, а электролитом служит раствор едкого кали плотностью 1,4 г/см³. У полностью заряженного аккумулятора эдс равна 1,82—1,86 В, а среднее напряжение составляет 1,5 В. К достоинствам аккумуляторов СЦ относятся: малый саморазряд и возможность кратковременных разрядов токами, в сотни раз превышающими номинальное значение; очень малые внутреннее сопротивление, габариты и масса; большая отдача по емкости (до 100%) и широкий диапазон температур (от —30 до +70°С). Однако сравнительно высокая стоимость аккумуляторов КНБ и СЦ ограничивает их широкое применение.

Для регулирования или компенсации напряжения в цепях нагрузки электропитающих установок используются противоэлементы, которые по конструкции и внешнему виду похожи на аккумуляторы, но имеют незначительную емкость. В них применяются гладкие пластины без активной массы. Различают кислотно-свинцовые и щелочные противоэлементы с напряжением 2,9 и 2 В соответственно.

Противоэлементы включаются последовательно в цепь нагрузки между главным распределительным щитом и питаемой аппаратурой, поэтому ток нагрузки для них является зарядным током, создающим на их зажимах противонапряжение.

Напряжение противоэлементов мало зависит от тока, проходящего через них, что позволяет автоматически регулировать напряжение при сильно изменяющейся нагрузке. В этом их основное преимущество перед реостатами.

Широкое распространение получили щелочные противоэлементы: они лучше выносят перегрузки, что дает возможность выключать их из цепи нагрузки замыканием накоротко (без разрыва основной цепи).

§ 85. ЭКСПЛУАТАЦИЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Различают три основных способа работы аккумуляторных батарей: заряд-разряд, непрерывный подзаряд и импульсный подзаряд.

При способе заряд-разряд попеременно используются две аккумуляторные батареи. Одна из них питает нагрузку, а другая заряжается или находится в резерве в заряженном состоянии. Как только первая батарея разрядится до допустимого предела, на разряд включается резервная, а первая переключается на заряд. Этот способ в основном применяется в условиях ненадежного энергоснабжения от местных электростанций. Недостатками этого способа являются: необходимость устанавливать аккумуляторные батареи большой емкости (с запасом на сутки и более); незначительный срок службы аккумуляторов (из-за частой смены процессов заряд-разряд); сложность обслуживания, так как требуется постоянно наблюдать за процессами заряда-разряда.

При способе непрерывного подзаряда аппаратура питается от преобразователя, а аккумуляторная батарея (называется буферной) подключена параллельно и находится в резерве, получая от преобразователя небольшой ток подзаряда, компенсирующий ее саморазряд. Батарея в этом случае является надежным резервом при нарушении подачи электроэнергии от сети переменного тока, а также элементом фильтра, сглаживающим пульсации выпрямленного тока. Режим непрерывного подзаряда позволяет значительно увеличить срок службы батарей (до 18—20 лет) и упростить обслуживание, которое сводится лишь к доливке воды в аккумуляторы.

Способ импульсного подзаряда характеризуется тем, что ток преобразователя устанавливается в зависимости от напряжения аккумуляторной батареи, питающей аппаратуру. Если в процессе разряда напряжение батареи понизится до U_1, то преобразователь начнет отдавать максимальный ток, который несколько больше тока, потребляемого аппаратурой в час наибольшей нагрузки. При этом преобразователь будет питать аппаратуру и одновременно заряжать батарею. В процессе заряда батареи напряжение начнет повышаться, и как только оно достигнет значения U_2, ток преобразователя станет минимальным. С этого момента батарея начнет разряжаться, и процесс повторяется. Таким образом батарея получает периодические импульсные подзаряды, а ее напряжение не выходит за пределы $U_1—U_2$. Преобразователь импульсного подзаряда управляется блоком автоматического регулирования напряжения БАРН. При таком способе работы упрощается устройство автоматической регулировки напряжения.

§ 86. АККУМУЛЯТОРНЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ

Аккумуляторные батареи располагают в специальных помещениях — аккумуляторных, оборудованных в соответствии с Правилами устройства электроустановок. Аккумуляторные располагаются вблизи от помещений для выпрямителей и преобразователей. Полы в них покрывают асфальтом или плитками на кислотоупорной мастике. Стены и потолки окрашивают кислотоупорной краской.

Для приготовления электролита и хранения запасов серной кислоты и дистиллированной воды рядом с аккумуляторной выделяют помещение площадью 6—10 м² (кислотная). Площадь аккумуляторной определяется в зависимости от количества, размеров и расположения стеллажей с аккумуляторами. Стеллажи устанавливают таким образом, чтобы к аккумуляторам был свободный доступ для осмотра, доливки и текущего ремонта. От отопительных приборов аккумуляторы устанавливают на расстоянии не менее 0,75 м.

Так как при заряде аккумуляторов выделяется водород и кислород, образующие взрывоопасную смесь, аккумуляторные помещения оборудуют приточно-вытяжной вентиляцией. Наружный

воздух всасывается вентилятором в специальную вентиляционную камеру, где установлены подогреватели воздуха (в зимний период) и воздушные фильтры. Здесь воздух очищается от пыли и подается в аккумуляторную по специальным шлакобетонным коробам (воздуховодам), установленным на высоте 1,5 м от пола. Вытяжные короба имеют несколько отверстий в верхней и нижней частях помещения. Эти вентиляционные установки выделяются в отдельную систему и не обслуживают другие помещения. Температура в аккумуляторных должна быть не ниже +15 и не выше +35°С.

Во избежание взрыва газов от электрической искры в аккумуляторных помещениях запрещается устанавливать выключатели, предохранители и другие приборы штепсельного соединения. Они размещаются, как правило, перед входом в помещение.

Проводка в аккумуляторных выполняется кабелем ВРГ (кабель в полихлорвиниловой оболочке с медными жилами и резиновой изоляцией, без наружного покрова) или проводом ПР (одножильный, с резиновой изоляцией и медными жилами). Кабели и провода прокладывают в металлических трубах под полом аккумуляторной, концы труб заливают гудроном (для герметичности).

§ 87. ВЫПРЯМИТЕЛИ

Выпрямители служат для преобразования переменного тока напряжением 110, 127 или 220 В в постоянный. Они бывают нестабилизированные и стабилизированные, поддерживающие на выходе постоянное напряжение при изменении тока нагрузки. Стабилизированные выпрямители делятся на выпрямители, приспособленные для буферной работы, и выпрямители для непосредственного (безаккумуляторного) питания аппаратуры.

Получившие широкое распространение выпрямители типа ВСА (выпрямитель селеновый аккумуляторный) применяются для заряда аккумуляторных батарей. Их напряжение в зависимости от типа выпрямителя составляет от 6 В (ВСА-10) до 240 В (ВСА-4), а ток — от 2 до 12 А.

Для режима непрерывного подзаряда и безаккумуляторного питания применяются стабилизированные выпрямительные устройства ВБ-60, ВСП, ВУК и др.

В схему выпрямительного устройства ВБ-60 (рис. 147) входит феррорезонансный стабилизатор *ФРС*, выпрямительный мост *ВМ* и двухзвенный сглаживающий фильтр. Устройство подключается к сети переменного тока напряжением 220 В.

Феррорезонансный стабилизатор состоит из двух трансформаторов *Тр1, Тр2* и конденсатора *С*.

Вторичные обмотки этих трансформаторов включены таким образом, что позволяют использовать для *ВМ* трехфазную мостовую схему, которая снижает пульсацию выпрямленного напряжения.

Дроссели *Др1, Др2* и конденсаторы *С1* и *С2* составляют сглаживающий фильтр. Конденсаторы шунтированы резисторами *R1* и *R2,* которые предохраняют их от перенапряжений, возникающих

в случае выключения ненагруженного выпрямителя. Резистор *R3* является балластным и не допускает снижения тока нагрузки более чем на 5% от номинального значения и превышения выпрямленного напряжения сверх допустимых пределов.

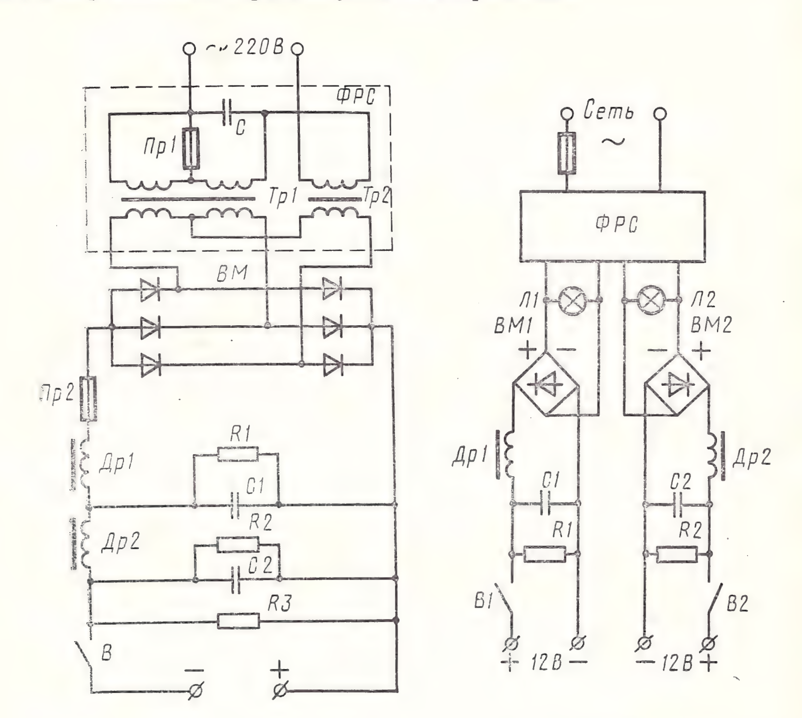


Рис. 147. Схема выпрямительного устройства ВБ-60

Рис. 148. Схема выпрямительного стабилизированного полупроводникового устройства ВСП-12/10×2

Выпрямительные устройства ВБ-60 применяются для питания автоматических телефонных станций емкостью до 500 номеров при параллельной работе аккумуляторной батареи в режиме непрерывного подзаряда или непосредственно для питания нагрузки.

На рис. 148 показана схема выпрямительного стабилизированного полупроводникового устройства ВСП-12/10×2. С помощью перемычек, расположенных на феррорезонансном стабилизаторе *ФРС*, устройство можно подключать к сети переменного тока напряжением 220 или 110 В.

Устройство имеет два выпрямительных моста *ВМ1* и *ВМ2*, каждый из которых рассчитан на номинальное напряжение 12 В и максимальный ток 10 А. На выходах *ВМ1* и *ВМ2* включены самостоятельные сглаживающие фильтры, состоящие из дросселей *Др1*, *Др2* и конденсаторов *С1* и *С2*. Для стабильности напряжения выпрямительных мостов (при малых токах нагрузки) параллельно

их выходам включены балластные резисторы *R1* и *R2*. Резисторы могут быть выключены, если ток нагрузки составляет не менее 1,5 А, и включены, когда ток нагрузки оказывается менее 1,5 А. Однако следует помнить, что при включенных резисторах ток, потребляемый питаемой аппаратурой, не должен превышать 9 А. Лампы *Л1* и *Л2* сигнализируют о нарушениях в цепи питания.

Выпускают несколько типов выпрямителей ВСП, отличающихся принципиальной схемой, рассчитанных на различное выпрямленное напряжение — 24, 60, 120, 220, 400 В и ток нагрузки от 0,2 до 60 А. Например, выпрямитель ВСП-60/20 имеет выпрямленное стабилизированное напряжение в пределах 58—66 В и ток от 2 до 20 А.

Выпрямители снабжены оптической и акустической сигнализацией при пропадании напряжения в сети, перегорании предохранителей и перегрузках. Они могут работать в двух автоматических режимах: стабилизации напряжения (при буферной работе с аккумуляторными батареями по способу непрерывного подзаряда) и стабилизации тока (при заряде аккумуляторных батарей).

Для безаккумуляторного питания выпускают специальные выпрямители ВСП, работающие совместно с полупроводниковыми преобразователями типа ПП, предназначенными для резервирования основных выпрямителей ВСП. Преобразователи автоматически подключаются к батарее 24 В в случае пропадания электроснабжения от сети переменного тока.

Выпрямители ВСП приспособлены для работы с секционированной батареей. Основная батарея имеет дополнительные аккумуляторы, которые непрерывно подзаряжаются от входящего в комплект ВСП отдельного выпрямителя (выпрямители «содержания»). При этом обеспечивается автоматическое подключение дополнительных аккумуляторов к основной батарее в случае понижения напряжения до 1,9 В на аккумулятор и их отключение — при повышении напряжения до 2 В на один аккумулятор. Для этих целей служит входящее в комплект ВСП коммутирующее устройство КУ.

Выпрямительные устройства ВУК (кремниевые) могут работать параллельно (по 2—4 устройства) на общую нагрузку. Они имеют автоматическую защиту от перегрузок и коротких замыканий, приспособлены для дистанционного включения и выключения, а также автоматического переключения режимов стабилизации напряжения тока. Кроме того, они автоматически отключаются от сети в случае пропадания напряжения и автоматически включаются при его появлении. В случае необходимости для зарядки аккумуляторной батареи на параллельную работу автоматически включается резервный выпрямитель и отключается, когда высвобождается один из основных выпрямителей.

Для импульсного подзаряда применяют выпрямительные устройства ВУ-24/2,5, ВУ-60/2,5 и др.

Устройства ВУЛС используются для безаккумуляторного питания аппаратуры связи по двухлучевой системе. Каждое выпря-

мительное устройство состоит из двух стабилизированных полупроводниковых выпрямителей ВУЛ (лучевые) и общего сглаживающего фильтра. Оба выпрямителя получают питание от различных лучей питающей электросети трехфазного переменного тока напряжением 380 или 220 В, а их выходы подключаются к общему сглаживающему фильтру.

Если по каким-либо причинам к одному из выпрямителей прекращается подача тока, питание нагрузки полностью берет на себя второй выпрямитель. Этим обеспечивается безотказная работа устройства при пропадании напряжения одного из лучей сети переменного тока.

§ 88. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Полупроводниковые преобразователи напряжения используются как резервные источники электрической энергии при выходе из строя основных выпрямительных устройств или отключении напряжения питающей сети переменного тока. На рис. 149, *а* показана схема подключения преобразователя *ПП* совместно с выпрямителем *ВСП* к общей нагрузке. При пропадании напряжения сети обесточивается реле *Р1* и замыкает свой контакт реле *Р2*. Последнее срабатывает и подает напряжение 24 В от аккумуляторной батареи на преобразователь. *ПП* преобразует постоянный ток батареи в переменный требуемой величины (например, напряжение 60 В), выпрямляет его и подает к нагрузке.

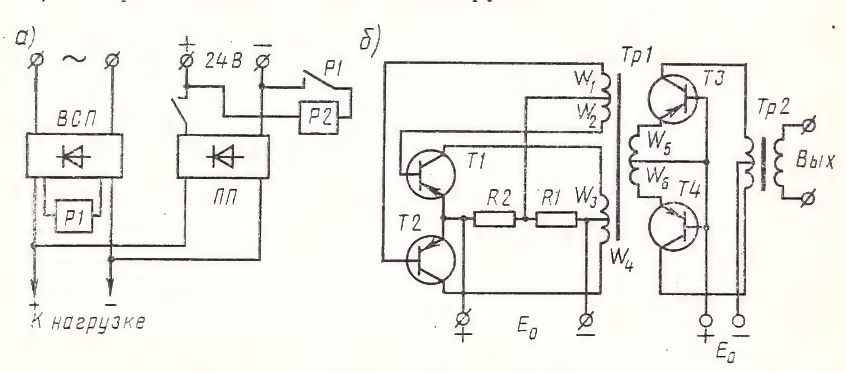


Рис. 149. Схема подключения преобразователя ПП с выпрямителем ВСП к общей нагрузке (*а*) и принципиальная схема преобразователя (*б*)

Преобразователи выполняются на полупроводниковых транзисторах по двухтактной схеме с общим эмиттером. На принципиальной схеме преобразователя (рис. 149, *б*) трансформатор *Тр1* имеет три обмотки со средними точками. Обмотки W_3 и W_4 включены в коллекторные цепи транзисторов, а через обмотки W_1 и W_2 подается смещение на базы транзисторов. Обмотка W_5—W_6 является вторичной повышающей. Отрицательное смещение на базы подается со средней точки делителя напряжения *R1* и *R2*, к кого-

рому подключено напряжение питания E_0. Сопротивление резистора *R2* гораздо меньше сопротивления резистора *R1*, поэтому между базой и эмиттером каждого триода действует небольшая часть напряжения E_0, приходящаяся на резистор *R2* (для германиевых триодов напряжение составляет 0,2—0,3 В). Небольшое отрицательное смещение на базах обеспечивает минимальный расход энергии в цепи эмиттер — база в процессе работы преобразователя.

При подключении напряжения E_0 транзисторы *T1* и *T2* получают питание и включаются. Однако из-за неравенства параметров схемы и транзисторов коллекторный ток одного из них, например *T1*, будет немного больше другого. Тогда магнитный поток, созданный обмоткой W_3, будет больше магнитного потока, созданного обмоткой W_4, и результирующий магнитный поток в трансформаторе *Тр1* будет совпадать по направлению с магнитным потоком обмотки W_3. Эдс наведения в обмотках W_1 и W_2 будет иметь положительный знак по отношению к базе транзистора *T2* и отрицательный — по отношению к базе транзистора *T1*. Поэтому транзистор *T1* будет открыт, а *T2* — закрыт до тех пор, пока магнитный поток в сердечнике не достигнет значения потока насыщения. В момент насыщения наводимая эдс станет равной нулю. Быстро уменьшающийся ток вызовет появление значительной по величине эдс самоиндукции, направленной в противоположную сторону. Это приводит к запиранию транзистора *T1* и отпиранию *T2*. Через *T2* начнет проходить резко нарастающий коллекторный ток, и в дальнейшем процесс повторяется с частотой, зависящей от значения E_0, индуктивности коллекторной обмотки трансформатора и материала сердечника. Оптимальные частоты преобразователей лежат в пределах 400—600 Гц.

Напряжение со вторичной обмотки W_5—W_6 поступает на усилитель мощности, который представляет собой двухтактную схему, выполненную на транзисторах *T3* и *T4* и трансформаторе *Тр2*. С выхода *Тр2* напряжение подается на диодный мост и фильтр. У маломощных преобразователей (до нескольких десятков ватт) усилителей мощности, как правило, нет. Применяются также тиристорные преобразователи напряжения, позволяющие получать большие токи и напряжения.

§ 89. СПОСОБЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ УСТРОЙСТВ МЕЖДУГОРОДНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

В зависимости от условий внешнего электроснабжения, потребляемой мощности и других факторов применяются различные способы построения электропитающих установок ЭПУ: однобатарейный, многобатарейный и безбатарейный.

При *однобатарейном способе* применяется только одна опорная аккумуляторная батарея. Потребители питаются непосредственно от выпрямительных устройств, которые резервируются с помощью полупроводниковых преобразователей напряжения, автоматически

подключаемых к опорной батарее при перерывах электроснабжения от сети переменного тока. Емкость опорной батареи зависит от количества подключаемых полупроводниковых преобразователей и длительности резервирования. Потребители постоянного тока с напряжением, совпадающим по значению с напряжением опорной батареи, подключаются непосредственно к ней (без преобразователей).

При *многобатарейном способе* для каждого напряжения постоянного тока выделяется отдельная аккумуляторная батарея со своим выпрямителем, которая эксплуатируется в режиме непрерывного или импульсного подзаряда. Этот способ требует значительного количества аккумуляторов и большой площади для их размещения, однако он обеспечивает высокую надежность и бесперебойность питания аппаратуры.

Безбатарейный способ питания характеризуется тем, что для каждого потребителя устанавливается индивидуальное выпрямительное устройство, питаемое от сети переменного тока по двум лучам — независимым источникам электроснабжения. Одновременное их отключение не допускается как в нормальном, так и в аварийном режиме. Внешние источники электроснабжения резервируются собственными автоматизированными дизель-электрическими станциями, которые подключаются с помощью устройств автоматического ввода резерва АВР. При этом способе не нужны аккумуляторные батареи, сложные в обслуживании, но необходимы надежные и качественные источники электроснабжения.

Малые телефонные станции могут питаться от выпрямительных устройств ВУ-24/2,5 и ВУ-69/2,5, работающих в режиме импульсного подзаряда с аккумуляторной батареей, состоящей из 12 (на 24 В) и 30 (на 60 В) кислотно-свинцовых аккумуляторов. При временном перерыве электроснабжения от сети переменного тока батарея резервирует питание потребителей. После восстановления электроснабжения выпрямительное устройство принимает на себя питание нагрузки и одновременно начинает заряжать батарею. Когда напряжение достигнет 2,3 В на один аккумулятор, выпрямительное устройство автоматически переходит в режим импульсного подзаряда.

Батарея составляется из аккумуляторов С-1 или СН-1 и обеспечивает питание нагрузки в течение 18—20 ч при максимальном токе.

На небольших и средних по емкости телефонных станциях используются выпрямительные устройства ВБ-60 и ВСП, которые содержат основные и вспомогательные выпрямители (для непрерывного подзаряда дополнительных аккумуляторов, основных и дополнительных батарей аккумуляторов), коммутирующие устройства, предохранители и переключатели.

Выпускаются различные комплекты устройств с выпрямителями ВСП. Например, комплект СВСП-24/10 для питания телефонных станций и цепей канала ламп аппаратуры линейно-аппаратных цехов состоит из двух выпрямителей (рабочего и резервного)

и может отдавать ток до 10 А при напряжении 24 В. Комплект из трех ВСП-60/20 и одного коммутационного устройства КУ-60/40 служит для питания АТС и отдает ток до 40 А, причем два выпрямителя являются рабочими, а один — резервным.

Ручные телефонные междугородные коммутаторы, полупроводниковая аппаратура дальней связи и другие устройства питаются напряжением 24 В $\pm 10\%$.

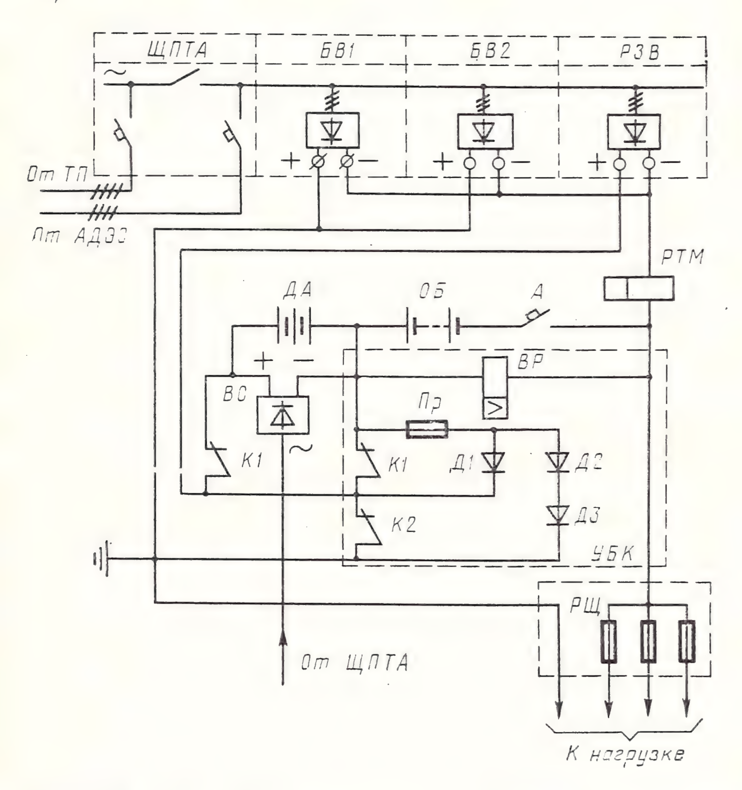


Рис. 150. Схема автоматизированного питающего устройства на напряжение 24 В

Рассмотрим схему автоматизированного питающего устройства на напряжение 24 В (рис. 150). Потребители этого напряжения получают питание от буферных выпрямительных устройств *БВ1* и *БВ2*. На автоматизированном щите переменного трехфазного тока *ЩПТА* находятся устройства для автоматического запуска автоматизированной дизель-электростанции АДЭС при отключении основных фидеров. Буферные выпрямители работают в режиме непрерывного подзаряда с основной группой аккумуляторов *ОБ*, состоящей из 11 элементов. Резервный зарядный выпрямитель *РЗВ* подключен параллельно буферным выпрямителям через нормально замкнутый контакт контактора *К2* и отключен от сети другим кон-

тактом этого же контактора (на рисунке не показан). При отключении сети якорь отпускает реле минимального тока *РТМ* и через промежуточное реле срабатывает контактор *К1*, который переключает свои контакты. В результате этого последовательно к основной подключается дополнительная группа аккумуляторов *ДА*, состоящая из двух элементов. Безобрывность питания при переключении контактов контактора *К1* обеспечивается диодом *Д1*.

При появлении напряжения в сети реле *РТМ* срабатывает и через промежуточное реле размыкается цепь контактора *К2*, который отключает *РЗВ* от потребителей и подключает к сети *БВ*. *РЗВ* начинает заряд всей аккумуляторной батареи. Когда напряжение достигнет 2,3 В на аккумулятор, срабатывает вольтметровое реле *ВР*, которое через другое промежуточное реле подготавливает цепи включения контакторов. Контакторы *К1* и *К2* переключаются, и схема приходит в исходное положение.

После этого начинается вторая ступень послеаварийного заряда аккумуляторной батареи. Этот заряд обеспечивается выпрямительными устройствами *БВ* для аккумуляторов *ОБ* и выпрямителями содержания *ВС* для дополнительных аккумуляторов. Основная группа аккумуляторов подключена к нагрузке через блокирующие вентили *Д2* и *Д3*.

При необходимости заряда аккумуляторной батареи до напряжения, большего чем 2,3 В на аккумулятор, снимается предохранитель *Пр* в цепи вентилей *Д2, Д3* и батарея полностью отключается от нагрузки. От перегрузок батарея защищена автоматическим контактором *А*. Устройства батарейной коммутации *УБК* размещены на специальном отдельном щитке.

§ 90. ТОКОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА

Токораспределительная аппаратура предназначается для стабилизации напряжения, коммутации и распределения питания в линейно-аппаратных цехах и на телефонных станциях. Рассмотрим основные технические данные этой аппаратуры.

Стойка автоматических регуляторов напряжения САРН выпускается нескольких типов (САРН-IM, САРН-IIM, САРН-IIIM, САРН-IV, САРН-V) и предназначается для питания полупроводниковой аппаратуры, стабилизации напряжения в накальных и анодных цепях ламповой аппаратуры, дистанционного питания аппаратуры НУП. Напряжение стабилизируется с помощью угольных регуляторов РУН, причем в схеме предусмотрены устройства для автоматического шунтирования угольных регуляторов при снижении входных напряжений. Входными напряжениями являются: постоянное 24 В $\pm$ 10% и 220 В $\pm$ 10%, а также переменное 80 В (для индукторного вызова). Стойки САРН отличаются друг от друга количеством регуляторов напряжения; они обеспечивают на выходе постоянные напряжения 21,2 В $\pm$ 3% и 206 В $\pm$ 3%.

Угольные регуляторы РУН имеют ряд недостатков, поэтому в настоящее время они применяются редко. В основном использу-

ются полупроводниковые стабилизаторы и регуляторы напряжения. Стойка с такими регуляторами называется САРН-II.

Стойка питания СП предназначена для включения фидеров питания, подаваемых в ЛАЦ из генераторной, и для распределения напряжения по рядам аппаратуры через защитные устройства. Она может питать до 10 рядов аппаратуры ЛАЦ напряжениями —24, +130, +220, ±40, ±60, ±80 В.

Для питания постоянным током напряжением 220—450 В аппаратуры уплотнения необслуживаемых усилительных пунктов систем К-24-2 и К-60 применяется стойка СПДМ-М (стойка передачи дистанционного питания, модернизированная). Она обеспечивает включение и выключение питания в каждой цепи ДП, коммутацию цепи ДП, регулировку напряжения источника питания, сигнализацию обрыва или короткого замыкания цепи ДП. Стойка комплектуется на 6, 12 или 24 платы передачи ДП с количеством РУН соответственно 1, 2 и 4.

Стойка электропитания СЭП предназначена для стабилизации, преобразования и коммутации напряжений постоянного тока для осуществления местного и дистанционного питания аппаратуры. Она питается от постоянного напряжения 24 В, которое может изменяться в пределах от 22,7 до 31,2 В, и от сети переменного тока напряжением 220 В при наличии вспомогательных нагрузок. Стойка СЭП обеспечивает стабилизацию напряжения 21,2±3%, преобразование стабилизированного напряжения 21,2 В в напряжение постоянного тока 206 В±3% и в напряжение постоянного тока от 50 до 450 В±7% (для ДП).

Для обеспечения необходимыми напряжениями питания стоек аппаратуры выделения СВВГ и СППР-I применяется стойка СПАВ-I (стойка питания аппаратуры выделения). Для унифицированного преобразовательного и генераторного оборудования стоек СВВГ, СППР-I, УСПП и СУГО применяется стойка СПАВ-II. На вход стойки подается переменное напряжение 220 В. Стойка СПАВ-I имеет два выхода на 21,2 В±3% при токе нагрузки от 0,8 до 8,8 А и два выхода на 24 В±10% при токе нагрузки от 0 до 8,8 А, а СПАВ-II — пять выходов на 21,2 В±3% при токе нагрузки от 0,8 до 8,8 А и два выхода на 24 В±10% при токе нагрузки от 0 до 8,8 А. Для стабилизации напряжений применяются транзисторные стабилизаторы. Стойка имеет плату контроля напряжения и сигнализации, которая обеспечивает сигнализацию наличия и пропадания напряжения 220 В и сигнализацию пропадания выходных напряжений 21,2 и 24 В.

§ 91. ЗАЗЕМЛЕНИЯ

Заземления в электропитающих установках в зависимости от назначения подразделяются на защитное, рабочее и измерительное.

Защитное заземление предохраняет обслуживающий персонал от поражения током при случайном прикосновении к нетоковедущим частям аппаратуры, которые могут оказаться под напряже-

нием. К этому заземлению подсоединяются корпуса приборов и электрооборудования, щиты и шкафы.

Рабочее заземление служит для создания электрического контакта с землей цепей дистанционного питания усилителей, соединительных линий АТС, нейтралей трехфазных цепей переменного тока и т. п., использующих землю в качестве проводника электрического тока.

Измерительное заземление используется для измерения рабочего и защитного заземлений.

Заземление состоит из заземлителя и заземляющей проводки. В качестве заземлителя запрещается использовать металлические конструкции различных сооружений, находящиеся в земле. Для заземлителей используют газовые трубы диаметром 50—75 мм, металлические стержни, угловую сталь, рельсы, мотки проволоки и другие материалы, закапываемые на глубину 2,5—3 м. Верхний конец заземлителя, называемого электродом, должен находиться на глубине не менее 0,5 м от поверхности почвы. Электроды располагаются друг от друга на расстоянии не менее 2,5—3 м и соединяются между собой привариваемой к ним стальной полосой, образуя контур заземления.

Сопротивление заземления зависит от количества электродов, их длины и диаметра, типа грунта. Наиболее трудно устраивать заземления в сухих песчаных, скальных грунтах и районах вечной мерзлоты. Хорошо проводит ток чернозем, засоленные почвы. Существуют нормы заземлений. Для больших станций они составляют 3—5 Ом, а для малых — 20—30 Ом.

Заземляющие проводки электропитающих установок выполняют с учетом требований ГОСТов. Каркасы стативов, стоек и металлоконструкций в аппаратных цехах должны быть заземлены присоединением их к отдельной изолированной стальной токоведущей шине сечением 25×4 мм, прокладываемой от щитка заземлений. К этой магистральной шине присоединяются в виде ответвлений шины, прокладываемые вдоль рядов аппаратуры (рядовые шины) и имеющие меньшее сечение. От рядовых шин делают отводы алюминиевым проводом сечением не менее 4 мм^2.

Токоведущие шины на напряжение +60, +24, —220 В, которые обычно заземляют, не должны иметь контакта с металлоконструкциями и соединяются с заземлением только в одной точке — у щитка заземления. Соединения проводов заземления между собой и с заземлителями выполняют с помощью сварки. Допускается объединение рабочего и защитного заземлений.

На необслуживаемых усилительных пунктах с дистанционным питанием по системе «провод — земля» оборудуют отдельные рабочее, защитное и линейно-защитное (от грозовых разрядов) заземления, а на необслуживаемых, питаемых по системе «провод — провод», рабочее заземление не требуется. Рабочее заземление НУП должно располагаться от кабелей связи на расстоянии не менее 40 м.

Контрольные вопросы

1. На чем основан принцип действия гальванического элемента?
2. Перечислите недостатки стационарных кислотно-свинцовых и щелочных аккумуляторов.
3. Каково назначение противоэлементов?
4. Какие существуют способы работы аккумуляторных батарей?
5. Каково назначение выпрямителей, преобразователей и какие их типы применяются в настоящее время?

ГЛАВА XVI

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ МЕЖДУГОРОДНОЙ И ЗОНОВОЙ ТЕЛЕФОННЫХ СЕТЕЙ

§ 92. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АППАРАТУРЫ МЕЖДУГОРОДНЫХ ТЕЛЕФОННЫХ СТАНЦИЙ

Техническая эксплуатация междугородной телефонной сети осуществляется в соответствии с правилами технической эксплуатации, приказами, инструкциями и распоряжениями, издаваемыми Министерством связи СССР. Она организуется на основе профилактического и других методов обслуживания технических устройств, которые заключаются в систематическом наблюдении и своевременном принятии мер по предупреждению отказов и повреждений аппаратуры, каналов и оборудования связи. Своевременное проведение профилактических работ предупреждает изменение электрических характеристик каналов и оборудования, которое может привести к ухудшению качества связи.

Техническая эксплуатация должна обеспечивать соответствие качественных показателей каналов связи электрическим нормам, хорошие слышимость и прохождение вызова, бесперебойное действие устройств в любое время суток и года при экономном расходовании материалов, электроэнергии и денежных средств. Улучшение системы эксплуатации достигается максимальной автоматизацией всех процессов обслуживания с использованием средств диагностики повреждений, централизованным обслуживанием нескольких станций одним персоналом, находящимся в эксплуатационно-техническом центре, и внедрением автоматизированных систем управления АСУ.

Для обеспечения выявления характера и места повреждения на станциях используется система оптической и акустической сигнализации. Различают *аварийную сигнализацию,* которая требует немедленного вмешательства обслуживающего персонала и быстрого устранения повреждения, и *неаварийную,* которая отмечает повреждения, не влияющие в данный момент на общую работоспособность всей станции.

В автоматических телефонных станциях на каждом стативе размещается плата сигнализации, фиксирующая различные пов-

реждения, и комплект сигнальных ламп. Аварийные сигналы сопровождаются непрерывным звонком, а неаварийные — прерывистым. На обслуживаемых координатных АТС предусмотрена возможность автоматической передачи сигналов о повреждениях через свободную соединительную линию на вышестоящую станцию, где эти данные печатаются на рулоне бумаги. Квазиэлектронные и другие перспективные АТС не требуют вмешательства обслуживающего персонала в случае повреждения. Аварийная сигнализация срабатывает только при выходе из строя важнейших блоков. При включении программы автоматической диагностики можно обнаружить блок или плату, где произошел отказ.

Текущее обслуживание на телефонных станциях включает: постоянное наблюдение за сигнализацией, выявление причин и устранение повреждений с регистрацией их в журнале учета, обеспечение чистоты и оптимального температурного режима.

Профилактические работы проводятся по заранее разработанному плану, где указывается вид профилактики, время и длительность ее проведения. К ежедневным профилактическим работам относятся проверка шнуровых пар, соединительных, заказных и кабельных линий, гарнитур, номеронабирателей, действия сигнализации и исправности предохранителей. При ежемесячной профилактике измеряют напряжение источников электропитания, проверяют прохождение вызова по каналам, выполняют другие работы.

Текущий планово-предупредительный ремонт проводится специальной регулировочной бригадой. Он заключается в снятии и чистке приборов, разборке, смазке и замене изношенных частей. Периодичность такого ремонта зависит от интенсивности работы прибора.

Капитальный ремонт осуществляется при значительном износе оборудования силами ремонтной бригады. При этом полностью заменяются отдельные изношенные блоки и приборы, а также некоторые кабели и монтажные провода.

Для систематической проверки состояния станции имеется служба контроля, которая ведет также учет всех повреждений и отказов.

Недостатком профилактического метода обслуживания является то, что он требует больших затрат труда и, следовательно, больших эксплуатационных расходов. При низкой квалификации, случайных ошибках и недобросовестности регулировщиков и других работников, проводивших профилактику, число повреждений после профилактических работ может возрастать. Проверки не позволяют выявлять все имеющиеся повреждения, а редкие отказы вообще не выявляются.

Поэтому наряду с профилактическим используют статистический (контрольно-корректирующий) метод эксплуатации. Он заключается в организации непрерывного сбора информации о качестве работы отдельных устройств, приборов и станции в целом, контроле числа заявок, поступивших в бюро ремонта, числе повторных повреждений. На основе этой информации проводится ана-

лиз состояния оборудования и принимаются меры по повышению качества его работы.

Текущее обслуживание телефонных аппаратов заключается в том, что электромонтер или техник периодически осматривают их. При этом рекомендуется сначала получить информацию от абонента о качестве работы каждого аппарата, а затем тщательно осмотреть и проверить его. Дефекты, обнаруженные в телефонном аппарате, немедленно устраняются.

При проверке телефонных аппаратов необходимо: почистить аппарат, проверить исправность шнуров и перезаделать неисправные, почистить и отрегулировать контакты, проверить крепление розеток к стене, заменить износившиеся детали, проверить комнатную проводку, качество слышимости и работу вызывного сигнала. Особое внимание следует обратить на исправность номеронабирателя, легкость и скорость его обратного хода и правильность работы контактов.

Для высококачественной и бесперебойной работы телефонных коммутаторных установок необходимо, чтобы все детали и приборы этих установок находились в исправном состоянии, а их механическая и электрическая регулировка соответствовала техническим условиям, указанным в паспортах. В состав работ по текущему обслуживанию телефонных коммутаторов входят их проверка и чистка (с проверкой надежности контактов в винтах и пайках) — один раз в месяц; чистка контактов и регулировка кнопочных переключателей и всех приборов пультов и стативов реле — один раз в три месяца.

Регулировку и текущий ремонт оборудования автоматических телефонных станций производят в специально отведенных для этого помещениях — регулировочных. В регулировочной установлен пульт для испытания приборов, шкаф для хранения запасных частей, железный шкаф для хранения дневного запаса бензина, спирта, масла, краски и лака. Регулировочная оборудована вытяжным шкафом и металлическими ваннами для промывки деталей приборов. После чистки приборов бензином их можно устанавливать на стативы только по истечении 30 мин.

Для проведения эксплуатационных испытаний линий на АТС шаговой и координатной систем широко применяют испытательный прибор ИП-60 и испытательно-измерительные стенды. Испытательным прибором ИП-60 можно измерить напряжение источника питания станции в пределах от 1 до 80 В; проверить наличие и величину постоянного напряжения на линии; измерить омическое сопротивление абонентской линии в пределах от 10 до 1000 Ом и сопротивление изоляции линейных проводов между собой, а также между линейными проводами и землей; проверить прохождение индукторного и фонического вызова к абоненту, разговорную цепь аппарата абонента на слышимость непосредственно и через удлинители, абонентский комплект на станции; измерить сопротивление обмотки линейного реле абонентского комплекта и исправность защитных термических катушек.

Важнейшей задачей технической эксплуатации междугородной телефонной связи является обеспечение высокого качества обслуживания абонентов и эффективного использования оборудования каналов. Для этого организуется контроль за нагрузкой и качеством работы АМТС и УАК с целью получения данных о степени загруженности приборов, линий и каналов, их исправности, качестве установления соединений, выявления мест возникновения перегрузок. Контроль за нагрузкой может быть плановым и внеплановым.

Плановые наблюдения проводятся в час наибольшей нагрузки ЧНН. В этом случае проверяют основные показатели нагрузки и качества связи, число занятий и качество транзитных соединений, качество обслуживания вызовов (число вызовов на одно соединение и на один состоявшийся разговор) и установления соединений при исходящей автоматической связи.

Внеплановые наблюдения организуют при включении новых направлений, ухудшении качества работы станции, по указаниям вышестоящих организаций.

Результаты наблюдений тщательно анализируются, сопоставляются с установленными нормами потерь и с данными за предшествующий период работы. На основе анализа разрабатываются мероприятия по улучшению качества работы станции и повышению использования каналов.

Техническая эксплуатация коммутаторного и стативного оборудования осуществляется по профилактическому методу. При текущем обслуживании и проведении плановой профилактики проверяется исправность рабочих мест коммутаторов, шнуровых пар, сигнализации, комплектов СЛМ и ГАТС, выявляются и устраняются повреждения. Эти работы выполняются в часы наименьшей нагрузки. Текущий ремонт включает в себя чистку и регулировку реле, ключей, номеронабирателей, ремонт и замену штепсельных разъемов, гнезд, ключей, коммутаторных рамок, реле и т. д. При этом иногда делают частичную покраску оборудования, выправку монтажа и т. п.

Контроль за состоянием оборудования полуавтоматической связи и автоматических транзитных узлов включает регулярное проведение сменным техническим персоналом электрических проверок исправности приборов — комплектов приема и передачи линейных и управляющих сигналов, общих цепей стативов, сигнализации счетчиков и т. д. С целью выявления отклонения электрических параметров от норм проводятся измерения характеристик каналов и оборудования — времени срабатывания и отпускания реле, уровней и частоты сигналов, их длительности, параметров ПТН и др.

Техническая эксплуатация АМТС осуществляется профилактическим или контрольно-корректирующим методом в зависимости от типа оборудования. На АМТС ARM-20, обслуживаемых контрольно-корректирующим методом, отдельные виды оборудования — перфораторы, устройства запроса и приема информации, печатаю-

щий механизм и некоторые другие — эксплуатируются профилактическим методом.

Контроль за состоянием оборудования АМТС производится непрерывно с помощью общестанционной сигнализации, которая фиксирует поступающую информацию с отдельных участков оборудования. Технический персонал станции периодически проверяет показания счетчиков и контрольно-измерительной аппаратуры.

Главная задача текущего обслуживания оборудования АМТС — оперативное устранение повреждений, выявляемых в ходе контроля, а также сообщенных телефонистками, работниками других МТС и абонентами. Устранение повреждений производится заменой неисправных приборов или плат резервными.

Техническая эксплуатация междугородных телефонов-автоматов организуется профилактическим методом. На МТА-15-2 производятся ежедневный осмотр и проверка работоспособности аппарата, проверка работы счетной схемы и электронного испытателя монет (один раз в месяц), полный осмотр всех паек, чистка и регулировка контактов реле, штепсельных разъемов (один раз в квартал), устранение других неисправностей.

§ 93. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ И ЗАКАЗНО-СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

Соединительные линии междугородной связи СЛМ и заказно-соединительные линии ЗСЛ, обеспечивающие связь МТС со станциями местной телефонной сети, являются важным звеном, от которого зависит надежность и бесперебойность междугородной связи. По СЛМ устанавливается входящая междугородная связь и исходящая связь при использовании каналов ручного обслуживания и полуавтоматики, а по ЗСЛ — исходящая автоматическая связь.

Оборудование линий (исходящие и входящие согласующие комплекты, каналообразующая аппаратура) размещается как на МТС, так и на станциях местных телефонных сетей. Поэтому техническая эксплуатация данного оборудования осуществляется работниками того предприятия, где оно установлено. Вместе с тем контроль за показателями качества обслуживания абонентов, за состоянием ЗСЛ и СЛМ ведется штатом МТС и местных телефонных сетей.

За исправность линий на участке от коммутационного поля МТС до первого коммутационного прибора ГТС или ЦС сельской телефонной сети отвечают работники МТС, а на участке от первого коммутационного прибора ГТС или ЦС СТС в сторону абонента — технический персонал местной телефонной сети. Техническая эксплуатация оборудования СЛМ, установленного на МТС, осуществляется работниками станции профилактическим или контрольно-корректирующим методом, принятом на коммутационном оборудовании данной МТС. Этот контроль бывает двух видов — непрерывный и периодический. Непрерывный контроль с помощью

системы общестанционной сигнализации осуществляется за состоянием предохранителей и блокировкой исходящих согласующих комплектов. При периодическом контроле испытывают соединительные линии междугородной связи. При этом на АМТС, оснащенных автоматической проверочной аппаратурой, проверяют установление соединения с выходом на автоответчик, включаемый на номер хххх117 (прохождение набора, вызова, разговора, отбоя, сигналов занятости), соответствие нормам рабочего затухания и напряжения шумов.

Если автоматическая проверочная аппаратура отсутствует, проверка СЛМ проводится на установление соединений с выходом на телефонный аппарат техника станции или на автоответчик, включаемый как абонент АТС. При этом электрические параметры уплотненных СЛМ контролируются техническим персоналом ЛАЦ. Наряду с контролем технической исправности СЛМ проверяют качество обслуживания междугородных вызовов. Все эти испытания проводятся на СЛМ как с ГТС города, где расположена АМТС, так и с ЦС зоны.

Электрическая профилактика приборов СЛМ включает в себя периодические проверки исправности действующего оборудования, не контролируемого автоматической системой непрерывного контроля, резервного оборудования и систем общестанционной сигнализации, а также периодические измерения электрических параметров оборудования. Профилактика проводится в часы наименьшей нагрузки сменным техническим персоналом.

Заказно-соединительные линии телефонной сети начинаются от коммутационного поля I ГИ ГАТС (ЦС) и заканчиваются входящими комплектами на АМТС. Техническая эксплуатация ЗСЛ осуществляется техническим персоналом местных телефонных сетей и МТС, а общий контроль за состоянием и исправным действием ЗСЛ — работниками местной телефонной сети.

Оборудование ЗСЛ непрерывно контролируется системой общестанционной сигнализации и периодически (в плановом порядке) — сменным или выделенным техническим персоналом станции местной телефонной сети с использованием на МТС автоответчиков. При периодических проверках оборудования ЗСЛ контролируют качество установления соединений, соответствие затухания и напряжения шумов нормам. Проверки ЗСЛ от различных АТС согласуются с МТС, проводятся в различные дни, но в часы наименьшей нагрузки. Объем этих проверок, периодичность и порядок проведения зависит от наличия на местных телефонных сетях контрольно-измерительной аппаратуры.

Наряду с контролем технической исправности ЗСЛ проверяется качество обслуживания исходящих междугородных вызовов путем фиксации контрольных вызовов на МТС.

Результаты контроля технической исправности и качества обслуживания по ЗСЛ и СЛМ анализируются техническим персона-

лом МТС и ГТС, и на основании этого принимаются решения о перераспределении линий, повышении надежности, об увеличении их количества и т. д.

§ 94. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ДАЛЬНЕЙ СВЯЗИ

Эксплуатация систем дальней связи включает в себя работы по текущему обслуживанию, планово-предупредительному ремонту, проверке и регулировке устройств, аварийным и периодическим электрическим измерениям, техническому учету и паспортизации.

К основным видам работ по текущему содержанию аппаратуры относятся контрольные испытания и измерения каналов связи с целью подготовки их к нормальной эксплуатации, а также устранение возникающих повреждений, осуществление различных переключений цепей, аппаратуры и каналов, содержание оборудования в чистоте и порядке.

Контрольные испытания и измерения каналов связи производятся в линейно-аппаратных цехах ЛАЦ.

Телефонные каналы низкой и тональной частоты проверяют на прохождение разговора и вызова; измеряется остаточное затухание этих каналов при частоте 800 Гц с помощью генератора и указателя уровня, а также напряжение шума с помощью псофометра. Телеграфные каналы проверяют на прохождение «точек», посылку и прием вызова. Кроме того, проверяют входящий ток, токи помех и процент искажений телеграфных посылок. Эти испытания проводятся, как правило, в аппаратных телеграфа.

Контроль за работой каналов связи состоит в проверке качества передачи по телефонным каналам с помощью переговорно-вызывного устройства стоек оконечного оборудования и в наблюдении за состоянием сигнализации. При повреждении необходимо немедленно определить причину и место повреждения и принять меры к его устранению. Поврежденную цепь или поврежденный элемент оборудования заменяют запасными. Если повреждение произошло на линии, технический персонал ЛАЦ контролирует проведение работ по его устранению. Замена поврежденного участка физической цепи производится на вводных стойках подключением шнуровых пар.

Электрические измерения физических цепей, аппаратуры уплотнения и каналов связи производятся во всех ЛАЦ. В процессе измерения определяют сопротивление изоляции проводов цепи, омическую асимметрию цепи, сопротивление изоляции между проводами цепи и между каждым ее проводом и землей. При измерениях аппаратуры уплотнения и усилительной аппаратуры снимаются частотные, амплитудные и регулировочные характеристики. Регулировочные характеристики, т. е. зависимость усиления от положения ручки регулятора усиления, и амплитудную характеристику (зависимость напряжения на выходе от напряжения на входе) измеряют при частоте 800 Гц.

На все действующие и вновь организуемые каналы связи составляют паспорта, в которые вносят общие данные магистрали связи, включая ее структурную схему, тип линии и профили опор (для воздушной линии), данные измерения цепи, затухания цепи в спектре рабочих частот, диаграммы уровней передачи токов боковых и контрольных частот для высокочастотных каналов и тока частотой 800 Гц для низкочастотных каналов, частотных характеристик уровней приема, остаточного затухания, псофометрического напряжения помех, устойчивости каналов, проверки прохождения вызова, данные измерения амплитудных характеристик каналов, линейных и нелинейных переходов между каналами. Паспортизация каналов связи проводится в соответствии с утвержденными руководствами по паспортизации, где указываются форма паспортов, порядок их составления и хранения, условия выполнения электрических измерений и нормы, которым должны удовлетворять каналы связи.

Все регулировки и испытания телефонных цепей ведутся по команде с оконечной станции, которая осуществляет контроль не только за нормальной работой своих устройств, но и за правильностью электрических регулировок устройств дальней связи.

Полученные в процессе испытаний результаты сравнивают с нормами или паспортом цепи либо канала, а также с данными предыдущих испытаний. Причины всех обнаруженных отклонений от норм или паспортных данных должны быть выявлены и устранены в процессе испытаний или, в крайнем случае, сразу по их окончании. После устранения повреждений измерения и регулировки необходимо повторить.

Чтобы ускорить восстановление действия цепей и аппаратуры дальней телефонной связи при их повреждении, рекомендуется следующий порядок производства работ: установить характер повреждения; определить место или участок повреждения (или блок аппаратуры, в котором возникло повреждение); заменить неисправный участок или блок аппаратуры исправным, если это возможно. В снятом элементе следует выявить причину неисправности и устранить повреждение.

Приступая к выявлению причин прекращения связи, вначале устанавливают, где произошло повреждение: на линии или в аппаратуре (на станции). Линейные повреждения обычно выводят из строя целую группу цепей или каналов связи, а станционные вызывают прекращение действия отдельных одиночных каналов или части каналов, организованных на данной цепи. Проверку аппаратуры начинают с группового или индивидуального оборудования каналов в зависимости от того, вышли из строя все каналы данной цепи или один из них.

Для нахождения места повреждения (обрыва, сообщения и др.), возникшего в аппаратуре связи, пользуются головным телефоном (при слышимых частотах и если схема находится под током) или омметром (если напряжение снято). При проверке схем с помощью телефона можно подключить на вход схемы генератор

переменного тока тональной частоты. При отыскании повреждений в аппаратуре особое внимание необходимо обращать на контактные системы, места паек на гребенках и отдельных деталях.

Основная неисправность работы каналов — взаимное влияние, проявляющееся в прослушивании разговора, ведущегося по одному из каналов, в другом канале. Если влияния наблюдаются между каналами разных параллельно работающих систем, их причиной является снижение переходного затухания между цепями в результате понижения сопротивления изоляции в кабеле, нарушения схемы скрещивания на воздушной линии при ремонте и др. Взаимное влияние возникает также при увеличении уровня передачи на влияющей цепи сверх допустимого. Возможными причинами влияний между каналами одной и той же системы могут быть перегрузки групповых усилителей, обрыв в монтаже фильтров и их расстройка, расстройка стабильности генераторов несущих частот и др.

Основная обязанность обслуживающего персонала систем дальней связи — контроль качества прохождения разговора по каналам. При обнаружении ухудшения действия связи дежурный техник или монтер обязан принять немедленные меры, не ожидая претензий со стороны телефонисток междугородных коммутаторов или абонентов. В начале смены производят проверку прохождения разговора и измерение остаточного затухания канала, а также контроль прохождения вызова. При более детальной проверке иногда приходится снимать частотные характеристики остаточного затухания или амплитудные характеристики канала, а также контролировать уровни передачи по отдельным усилителям.

Для оценки качества связи по каналу производят плановые измерения остаточного затухания на частоте 800 Гц, которые выполняют перед началом работы дневной смены. Снимают частотные и амплитудные характеристики каналов, измеряют помехи, после чего каналы сдают в эксплуатацию. Остаточное затухание (при нулевом уровне на входе канала) показывает указатель уровня, включенный на противоположном конце цепи на выходе канала. Измерения остаточного затухания проводятся в обоих направлениях передач. Остаточное затухание каналов ВЧ должно находиться в пределах 7—8,7 дБ. При измерениях остаточного затухания ручки регуляторов усиления на всех усилителях должны находиться в тех положениях, в которые они были установлены во время регулировки уровней передачи. Остаточное затухание канала при измерении в двухпроводном тракте без транзитных удлинителей для всех систем должно быть равно $0 \pm 1{,}75$ дБ.

При регулировке остаточного затухания каналов ВЧ на передающей станции к входу дифференциальной системы измерительного канала подключают измерительный генератор, который подает в этот канал ток частотой 800 Гц. На приемной станции на выходе дифсистемы (до транзитных удлинителей) включают указатель уровня и регулятором усиления низкой частоты устанавливают уровень, подаваемый с передающей станции. Разность меж-

ду остаточными затуханиями канала ВЧ в обоих направлениях передачи, как и в каналах тональной частоты, не должна превышать 0,9 дБ.

§ 95. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Главной задачей технической эксплуатации воздушных и кабельных линий связи является обеспечение бесперебойного их действия, которое достигается путем постоянного технического надзора за состоянием линейных сооружений, выполнения профилактических работ по предупреждению повреждений и проведения ремонтных работ.

На воздушных линиях связи участковый монтер согласно инструкции производит регулярные, в соответствии с графиком, профилактические обходы закрепленного за ним участка. Во время обхода он устраняет все причины, которые могут вызвать повреждение, и выполняет текущий ремонт. К профилактическим мероприятиям на кабельных магистралях относятся технический надзор за состоянием трасс кабелей и кабельных сооружений, плановые и контрольные измерения, наблюдения за устройствами защиты кабелей от коррозии и за работой установок, обеспечивающих избыточное давление в кабелях.

Профилактические работы в телефонных шкафах определяются проверкой боксов и плинтов, осмотром и проверкой кроссированных шнуров, внешним осмотром и покраской шкафов.

При проверке боксов особое внимание уделяется правильности и надежности их крепления к планкам каркаса шкафа. При осмотре плинтов проверяют надежность их крепления. Профилактический осмотр распределительных коробок сводится к проверке правильности крепления корпуса коробки к стене; коробка должна быть плотно прижата к стене и не качаться.

§ 96. СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНОЙ ПЕРВИЧНОЙ СЕТЬЮ И ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ СЕТИ

Первичная сеть ЕАСС организована на базе типовых каналов передачи и групповых трактов различных линий связи — кабельных, радиорелейных, воздушных и т п. Для нормального функционирования сети, эффективного использования и повышения ее надежности предусматривается система оперативного управления.

К основным задачам этой системы следует отнести: своевременную замену вышедших из строя трактов исправными; обеспечение возможности передачи наиболее важной информации с повышенной надежностью и др. Система оперативного управления магистральной первичной сетью состоит из Главного центра управления ГЦУ, территориальных центров управления ТЦУ, узловых пунктов управления УПУ, информационно-исполнительных пунктов

ИП и автоматизированных каналов, с помощью которых ведется непрерывный контроль линейных и групповых трактов.

Оборудование ИП обеспечивает автоматический сбор и передачу информации об изменении состояния линий передачи, линейных и групповых трактов, принимает команды из УПУ или ТЦУ и обеспечивает их исполнение.

Для оперативного управления сетью создается автоматизированная система оперативного управления магистральной первичной сетью АСОУС с электронно-вычислительными комплексами, находящимися в ГЦУ или ТЦУ. С помощью этой системы осуществляется оценка состояния сети на основе получаемой информации, выработка решения и выдача команд по управлению сетью и контроль за их выполнением, контроль за ходом ремонтно-восстановительных работ. В АСОУС информация об изменении состояния контролируемых объектов передается от ИП к УПУ, от УПУ к ТЦУ, от ТЦУ к ГЦУ и другим ТЦУ, а все команды передаются от ГЦУ к ТЦУ, от ТЦУ к ГЦУ и далее к ИП.

Система эксплуатационного контроля магистральной первичной сети представляет собой совокупность технических методов и средств, позволяющих определить состояние, место и причины повреждения сети, что обеспечивает оперативное устранение всех неисправностей. Эксплуатационный контроль подразделяется на непрерывный, периодический и эпизодический.

Непрерывный контроль дает возможность осуществлять автоматическое слежение за состоянием контролируемых объектов. При этом по изменению нескольких параметров определяется состояние тракта или оборудования.

Периодический и эпизодический контроль служит для получения информации о соответствии всех контролируемых параметров объекта установленным нормам в течение всего времени измерения. Периодический контроль выполняется по определенной программе и включает проведение необходимых регулировок, чтобы привести контролируемые параметры к нормам. Эпизодический контроль производится по мере надобности с целью определения причин и мест возникновения тех или других отклонений параметров от нормы, а также по заявкам потребителей.

Основными задачами эксплуатационного контроля магистральной сети является обеспечение высокой эксплуатационной надежности сети, а также содержание трактов и каналов в пределах действующих норм или паспортных данных.

В основу технической эксплуатации заложено внедрение новой техники и регулярное проведение планово-предупредительных ремонтов оборудования. Восстановление оборудования при возникновении повреждений осуществляется заменой неисправных устройств запасными исправными. Устранение повреждений в отдельных устройствах систем передачи производится, как правило, в мастерских. Техническая эксплуатация осуществляется специальными предприятиями и службами.

§ 97. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И КОНТРОЛЬНО-ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА

В ходе постоянной эксплуатации аппаратуры междугородной телефонной связи, а также при ее монтаже, настройке и испытаниях применяют разнообразные приборы, с помощью которых определяют соответствие параметров аппаратуры принятым нормам, подстраивают и корректируют характеристики. Все приборы регулярно подвергаются испытаниям и проверке их соответствия требованиям точности, установленным стандартам, техническим условиям; контролируется соблюдение правил их эксплуатации.

В зависимости от назначения приборы имеют различные классы точности, пределы измерений, погрешности, конструктивное и схемное решения и подразделяются на несколько видов: для измерения параметров и характеристик сигналов — частоты, тока, напряжения, шума, искажений и т. п.; для определения параметров и характеристик элементов схем — транзисторов, ламп, реле, искателей, резисторов, конденсаторов и т. п.; для контроля исправности линий и каналов, качества соединений и др. К измерительным приборам относятся также генераторы синусоидального и постоянного тока, импульсные, шума, качающейся частоты.

На станциях, в линейных аппаратных цехах часто применяют комплекты приборов, измерительные пульты, которые позволяют проводить комплекс различных измерений. С помощью комплекта приборов можно измерять характеристики линейных и групповых трактов систем передачи, работающих по коаксиальным кабелям в диапазоне частот от 60 кГц до 10 МГц. Комплект состоит из генератора ГИ, широкополосного указателя уровня УУ, избирательного указателя уровня ИУУ, коммутационного прибора КП и ступенчатого фильтра ФНЧ.

Измерительный пульт ИП-300 предназначен для измерения основных параметров каналов и узлов систем передачи в диапазоне частот 0,2 — 300 кГц. Он состоит из генератора ИГ-300, широкополосного измерителя уровня ИУ-600, избирательного указателя уровня ИУУ-300 и измерителя рабочего затухания и усиления ИРЗУ-300.

Измерительный пульт ИП—КВ служит для измерения параметров телефонных каналов и каналов вещания в диапазоне частот от 20 Гц до 20 кГц. В него входит генератор звуковой частоты ЗГ-10, измеритель уровня ИУ—КВ, панель управления с фильтром НЧ, магазин затуханий и измеритель нелинейных искателей.

Измерительный прибор П-321 используется для измерения телефонных каналов, уровней затухания и усиления в диапазоне частот 0,3—30 кГц. Он имеет генератор на 24 фиксированные частоты и указатель уровня.

Указатель уровня напряжения УУН предназначен для измерения уровня контрольных частот в НУП системы К-1920Ц. С помощью широкополосного указателя уровня УУП-600 измеряются уровни напряжения в системах передачи на частотах от 250 Гц до

600 кГц. Для измерения помех в телефонных и радиовещательных каналах применяются указатель напряжения помех УНП-60 (псофометр).

Контрольно-измерительный прибор КИП-2 используется для измерения токов электронных ламп и транзисторов, напряжений и сопротивлений в аппаратуре систем многоканальной передачи, а искатель плохих контактов ИПК — для обнаружения дефектных соединений на частотах до 600 кГц.

При контроле линий связи используются приборы: ПКП-2М — для измерения параметров и определения места повреждения кабельных линий связи; Р5-1А — для определения расстояния до места повреждения на кабельных и воздушных линиях связи; мегаомметр МЕГ-9 — для измерения сопротивления изоляции кабелей связи; УИК-5К — для определения неоднородностей волнового сопротивления коаксиального кабеля.

Для визуальных измерений амплитудно-частотных характеристик линейных и групповых трактов систем передачи предназначены приборы XI-10, XI-17, XI-20. Эти приборы состоят из генераторов и осциллографических индикаторов. Из таких же устройств состоят визуальные измерители переходного затухания для пар симметричного кабеля и воздушных цепей ВИЗ-2Б и ВИЗ-600.

Электронно-счетный частотомер ЧЭ-3А предназначен для измерения частоты и периода синусоидальных колебаний в диапазоне частот 10 Гц — 1 МГц, интервала времени и длительности импульсов от 1 Гц до 10 кГц.

Для технического обслуживания современных отечественных АМТС используется комплекс контрольно-испытательной аппаратуры КИА, в состав которого входит аппаратура: автоматической проверки каналов АПКА; автоматической проверки соединительных линий АПСЛ; автоответчики АО; автоматического контроля соединений АКС; автоматической проверки общих и групповых устройств ОПУГ, учета нагрузки и контроля качества АУНК.

Аппаратура АПКА предназначена для автоматической проверки каналов совместно с их линейными комплектами и состоит из трех функциональных устройств (рис. 151): исходящего испытательного устройства *АПКА-УИ*, входящего устройства *АПКА-УВ* и автоответчика *АО*. В проверке каналов автоматической и полуавтоматической связи участвуют *АПКА-УИ* и *АПКА-УВ*. Для проверки двухпроводных выходов *ВКТН* на АМТС используется автоответчик *АО*, включенный в служебную АТС. Для подключения к каналам автоматической и полуавтоматической связи используются три МКС, обеспечивающие подсоединение *АПКА-УИ* к 300 каналам. Каналы проверяются по сокращенной или полной программе за несколько циклов. При проверке по сокращенной программе контролируется правильность передачи и приема линейных сигналов (занятие, готовность к приему кода, готовность к приему номера, абонент свободен и др.) и импульсов набора номера. При проверке по полной программе, кроме того, контролируется отклонение от норм остаточного затухания и уровня шума в канале.

В первом цикле проверяются свободные и незаблокированные каналы. Если один канал занят, то проверяется следующий. В течение второго цикла проверяются каналы, не проверенные в первом цикле, и т. д. Число циклов (до пяти) задается обслуживающим персоналом.

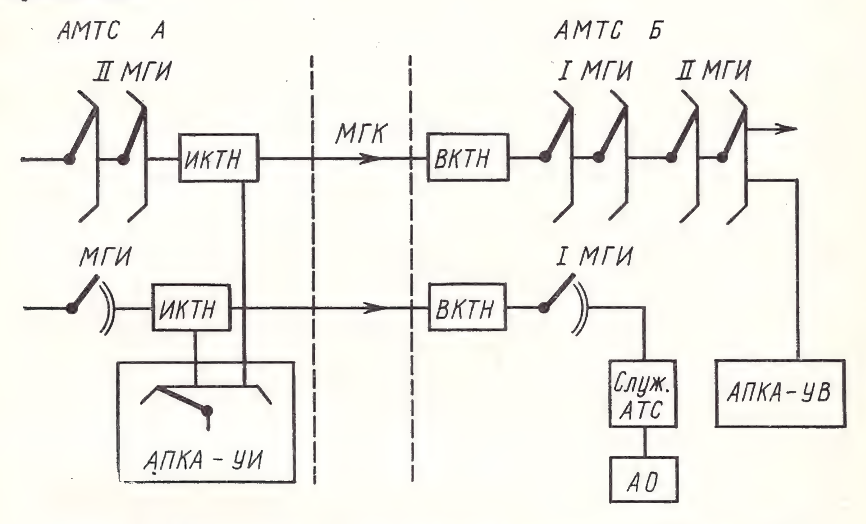


Рис. 151. Упрощенная структурная схема включения АПКА в АМТС

Для записи информации о результатах проверок используется пишущая машинка ЭУМ-23, которая фиксирует номер исправного канала, дату и время испытания, а также условный номер повреждения.

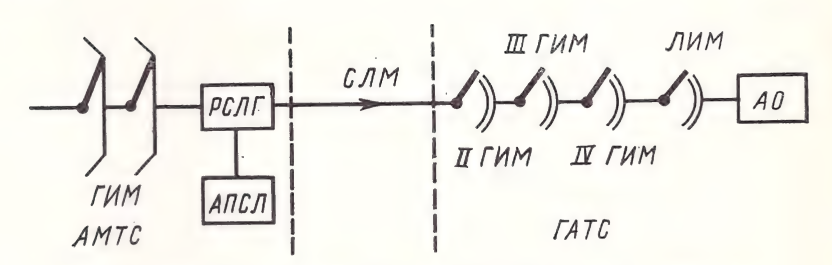


Рис. 152. Схема подключения аппаратуры АПСЛ в АМТС-3

На рис. 152 показано включение аппаратуры *АПСЛ* в АМТС-3, при этом *АО* включается в городскую или районную АТС. Аппаратура *АПСЛ* автоматически подключается к линейным комплектам двух тысяч *СЛМ* и контролирует прохождение сигналов и отклонение от норм остаточного затухания уплотненных *СЛМ* и приборов АТС. Информация о повреждениях фиксируется на пишущей машинке.

Общее проверочное устройство *ОПУГ* (рис. 153) предназначено для комплексной проверки всех групповых приборов (регистров, пересчетчиков), участвующих в соединении. Проверочное устройство *ОПУГ* может подключаться к 12 блокам ступени *РИ*, в каждый блок может быть включено 30 регистров. Проверка исходящих междугородных регистров *ИМРА* осуществляется совместно с пересчетчиком и маркером ступени *РИ*. *ОПУГ* имитирует занятие входа в блок *РИ* и обеспечивает установление проверочных соединений по 10 программам. При этом проверяется информация, которую задает ИМРА пересчетчику и получает от него. При несовпадении любой цифры пишущая машинка фиксирует номера всех приборов, участвующих в соединении, и результаты проверки.

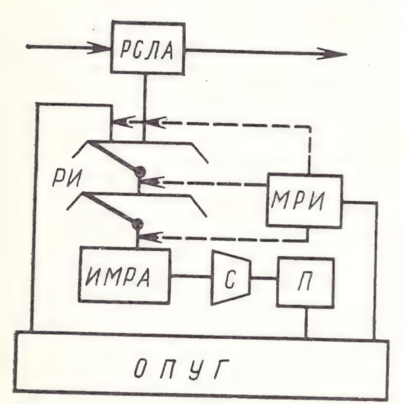


Рис. 153. Схема подключения аппаратуры ОПУГ к блокам ступени РИ

Для постоянного контроля работы маркеров АМТС применяется аппаратура АКС. Она рассчитана на подсоединение 100 маркеров, но подключается к ним только по их запросу. При повреждении в маркере, вызвавшем срабатывание реле блокировки, подается сигнал подключения аппаратуры АКС, которая фиксирует дату и время, номер маркера, номер регистра, занявшего маркер, номер МКС звена В, номер направления (или номер входа для МРИ), номер пробного реле, номер выхода и направление, номер этапа соединения. Информация печатается автоматически на пишущей машинке.

На АМТС типа ARM-20 имеется централограф, который в случае, если соединение не произошло из-за технических неисправностей, записывает на специальной бумажной ленте подробную информацию о номере входящей линии, набранном номере, выбранном пробном блоке, направлении связи, этапе соединения, где произошло непрохождение, и т. д. Для проверки прохождения соединений используется также прибор ТРТ. Он включается как абонент в АТС местной телефонной сети и устанавливает соединения через оборудование ARM. Все вызовы от испытательного прибора учитываются счетчиками, а повреждения записываются централографом, который фиксирует, в какой комбинации цифр испытываемых номеров и на каком этапе соединения произошло непрохождение.

Для автоматической проверки междугородных каналов одночастотной системы сигнализации на станциях ARM-20 используется аппаратура АТМЕ, которая осуществляет последовательную проверку исходящих каналов либо проверку отдельных заданных каналов. Комплекты АТМЕ устанавливаются на исходящей, тран-

зитных и входящей станциях. Программа проверки задается перфокартами, а результаты печатаются на перфоленте или на перфокарте и выводятся на сигнальное табло.

В состав комплекса оборудования современных АТМС входит также аппаратура учета нагрузки и качества обслуживания АУНК, которая контролирует качество работы маркеров всех блоков, регистров, пересчетчиков, управляющих комплектов перфораторов и тарификаторов.

§ 98. СТАНДАРТЫ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА МЕЖДУГОРОДНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

В соответствии с требованиями Государственной системы стандартизации СССР, отраслевыми стандартами Министерства связи и другими документами (Уставом связи, приказами Министерства связи, правилами и т. д.) на каждом предприятии разрабатываются стандарты предприятия — СТП. В этих стандартах конкретизируются задачи предприятия, способы их выполнения. При этом каждому работнику определяется порядок действий по обеспечению бесперебойности междугородной связи, а руководителям облегчается осуществление контроля за их деятельностью. При разработке СТП учитывается современный уровень развития науки, техники и производства.

СТП бывают трех видов: основной стандарт предприятия, общие стандарты и специальные.

В основном стандарте изложены основные положения комплексной системы управления качеством продукции данного предприятия. Такая система базируется на комплексе постоянно действующих мероприятий, способствующих выпуску предприятием или цехом продукции связи запланированного качества. Этими мероприятиями являются: обеспечение надежного, устойчивого электропитания; замена устаревшего оборудования и внедрение прогрессивной технологии; автоматизация процессов установления междугородных соединений и их контроль; разработка и внедрение мер по охране труда и технике безопасности и др.

В общих стандартах предприятия рассматриваются отдельные вопросы, относящиеся к системе в целом, например: СТП на проведение планерок, осуществление контроля за достоверностью учета и отчетности и т. д.

Специальные стандарты относятся к отдельным функциям и участкам производственного процесса, например: СТП на организацию материально-технического снабжения, внутрипроизводственной диспетчеризации и др.

Стандарты вводятся в действие приказом руководителя предприятия. Они ежегодно уточняются, при этом в них вносятся необходимые изменения.

В междугородной телефонной связи качество продукции, т. е. телефонных переговоров, зависит от технического уровня, состояния и работы сети и всех ее элементов, применяемых систем

обслуживания и способов установления соединений, а также от качества трудовой деятельности работников МТС, осуществляющих техническое обслуживание оборудования.

Для планирования, анализа и количественной оценки качества продукции вышестоящая организация (министерство связи республики, областное управление связи) на основе результатов работы предприятия за предшествующий период устанавливает единые нормативы уровня качества на планируемый год. Причем каждому уровню соответствует определенное количество баллов. Общая оценка качества работы предприятия вычисляется с помощью коэффициента качества, который равен среднему арифметическому значению балльных оценок единичных показателей. Такими показателями являются объемные и качественные показатели, от выполнения которых зависит начисление предприятию премии.

Основными показателями утвержденного вышестоящей организацией производственно-финансового плана МТС являются: объем продукции в денежном выражении, тарифные и собственные доходы, себестоимость продукции, производительность труда, общий фонд заработной платы и средняя заработная плата одного работника, фондоотдача, прибыль и др.

Объем продукции МТС может выражаться в натуральном (количество переговоров, их длительность) или стоимостном выражении. Тарифные доходы состоят из доходов, полученных за предоставленные междугородные телефонные разговоры, и доходов, поступивших от потребителей за аренду каналов связи. Однако для предприятий, предоставляющих междугородные услуги связи, тарифные доходы нельзя считать собственными доходами этих предприятий, так как в производственном процессе по передаче сообщений участвуют и другие предприятия, которые никакой платы по тарифам за предоставленную услугу не получили. Для вычисления собственных доходов предприятия применяют плановый коэффициент отношения собственных доходов к тарифным. Этот коэффициент утверждается вышестоящей организацией и остается постоянным в течение ряда лет.

Для определения, насколько экономно расходуются предприятием материальные, трудовые и финансовые ресурсы, как четко организован производственный процесс и каков уровень технического оснащения предприятия, применяется показатель себестоимости продукции, который равен отношению суммы эксплуатационных расходов к объему продукции. Для снижения себестоимости продукции проводятся мероприятия по экономии электроэнергии, топлива и материалов, снижению затрат труда и внедрению научной организации труда.

Одним из важных показателей плана является прибыль, которая определяется как разность между собственными доходами предприятия и его эксплуатационными расходами. Рост прибыли обеспечивается за счет лучшего использования каналов связи, роста производительности труда, автоматизации и внедрения новой техники, ликвидации непроизводительных потерь и т. д.

Для характеристики эффективности производства применяют показатель рентабельности, который определяется как отношение прибыли к среднегодовой стоимости основных производственных фондов. Основным показателем использования основных фондов является фондоотдача, которая отражает в денежной форме отношение между эффектом от использования основных производственных фондов и их среднегодовой стоимостью.

Производительность труда на предприятиях связи определяется количеством продукции, выработанной одним работником за единицу времени (месяц, год).

Для повышения качества продукции и эффективности производства, ускорения научно-технического прогресса, улучшения производственной, финансовой и хозяйственной деятельности междугородных телефонный станций периодически проводится экономический анализ их деятельности. Он осуществляется всеми подразделениями МТС и состоит в накоплении, систематизации и изучении всех данных о работе предприятия, его технической оснащенности и социальном развитии, выявлении резервов и улучшении деятельности. При проведении экономического анализа используют аналитические таблицы, диаграммы и графики.

Контрольные вопросы

1. Что такое аварийная и неаварийная сигнализация?
2. Что включает в себя текущий планово-предупредительный ремонт? Какова его периодичность?
3. В чем заключается статистический метод эксплуатации устройств?
4. С помощью каких приборов можно проверить качество продукции?
5. Какова последовательность действий электромеханика связи при восстановлении действия цепей и аппаратуры дальней телефонной связи?

ГЛАВА XVII

ОХРАНА ТРУДА И ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

§ 99. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА ПО ОХРАНЕ ТРУДА

Охрана труда — система мероприятий, направленных на создание безопасных условий для высокопроизводительного труда. Она включает следующие вопросы: правовые — законодательство по охране труда; технические — техника безопасности и пожарная безопасность; санитарно-гигиенические — гигиена труда и производственная санитария; организационные — обучение и проверка знаний по технике безопасности, инструктаж, контроль за выполнением мероприятий по охране труда и пожарной безопасности.

Коммунистическая партия и Советское правительство постоянно уделяют внимание вопросам улучшения труда рабочих и служащих. Предусмотрено дальнейшее улучшение охраны труда на основе

широкого использования достижений науки и техники, сокращения малопроизводительного ручного и тяжёлого физического труда. Действующая в нашей стране система правовых норм по охране труда закреплена в законах СССР и союзных республик, постановлениях Совета Министров СССР и союзных республик, положениях, инструкциях, правилах и других актах, принимаемых министерствами и ведомствами совместно или по согласованию с профсоюзными органами.

В настоящее время во всех отраслях народного хозяйства внедряется Система стандартов безопасности труда — ССБТ, которая представляет собой комплекс стандартов, направленных на обеспечение безопасности труда. Эта система стандартов является составной частью государственной системы стандартизации и содержит государственные, республиканские, отраслевые стандарты, а также стандарты предприятий. Основополагающими в системе являются ГОСТ 12.0.001—74 и 12.0.002—80, определяющие структуру ССБТ, термины и понятия. Например, под безопасностью труда понимается такое состояние условий труда, при котором исключено воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов.

Исключение или уменьшение воздействия опасных и вредных производственных факторов позволяет снизить уровень травматизма и заболеваний. Поэтому ССБТ устанавливает требования к классификации опасных и вредных производственных факторов, их нормам и уровням, а также к методам и средствам защиты, включая способы проверки защитных средств.

Все работники предприятий связи должны неукоснительно выполнять законодательство о труде и требования норм и правил охраны труда. К этому их также обязывает Устав о дисциплине работников связи Союза ССР. Рабочие, служащие и инженерно-технические работники предприятий и организаций связи согласно Уставу должны твердо знать свои обязанности, точно и своевременно выполнять порученную им работу, повышать производительность труда, соблюдать трудовую дисциплину, беречь социалистическую собственность, соблюдать требования техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности, строго придерживаться правил коммунистического общежития, четко и на высоком уровне обслуживать население, предприятия и организации.

В соответствии с действующим законодательством для регулирования трудовых взаимоотношений на предприятиях, в учреждениях и организациях устанавливаются правила внутреннего распорядка. Правила содержат указания об обязанностях рабочих и администрации, определяют порядок ответственности за нарушение этих обязанностей.

Существуют три вида правил внутреннего трудового распорядка: типовые, отраслевые и местные. Действующие *типовые правила* внутреннего распорядка для рабочих и служащих утверждены Государственным комитетом СССР по труду и социальным вопро-

сам и согласованы с ВЦСПС. *Отраслевые правила* утверждаются министерствами после согласования с соответствующими ЦК профсоюза. *Местные правила* разрабатываются руководством предприятия или учреждения и также согласовываются с местным или заводским комитетом профсоюза. Отраслевые и местные правила не должны противоречить типовым правилам внутреннего трудового распорядка.

Работники предприятий связи должны знать правила, инструкции и нормы по охране труда, относящиеся непосредственно к их деятельности, а также к смежным профессиям. Администрация предприятий обязана проводить обучение рабочих и служащих правилам техники безопасности при поступлении на работу, введении новых производственных процессов, а также при переводе на другую работу.

С лицами, вновь принимаемыми на работу, а также с учащимися, направляемыми на практику, проводят вводный инструктаж, первичный инструктаж на рабочем месте, стажировку или подготовку непосредственно на рабочем месте и первичную проверку знаний. Вводный инструктаж знакомит работника с общими положениями по охране труда, условиями работы и правилами внутреннего распорядка на предприятии. Он проводится до начала работы в период оформления. Первичный инструктаж осуществляется непосредственно на рабочем месте для ознакомления с конкретной производственной обстановкой и безопасными приемами труда.

Выпускники учебных заведений и практиканты должны пройти стажировку (работу в качестве дублера) под наблюдением опытного работника. Продолжительность стажировки определяется должностными инструкциями, правилами техники безопасности или устанавливается руководителем предприятия по согласованию с комитетом профсоюза. Лицам, у которых при первичной проверке обнаружены неудовлетворительные знания, срок стажировки продлевается.

Учитывая особенности организма подростков и в целях укрепления их здоровья, Основы законодательства Союза ССР и Союзных республик не допускают приема на работу лиц моложе 16 лет. Лишь в исключительных случаях по согласованию с фабричным, заводским, местным комитетом профессионального союза могут приниматься на работу лица, достигшие 15 лет. Охраняя здоровье подростков, Советское государство ограничивает их прием на некоторые производства и специальности.

Запрещается применение труда лиц моложе 18 лет на тяжелых и подземных работах или работах с вредными или опасными условиями труда.

Подростков нельзя использовать на работах, которые заключаются только в переноске тяжестей. Предельные нормы по переноске тяжестей составляют: для юношей от 16 до 18 лет — 16 кг; для девушек от 16 до 18 лет — 10 кг; 15-летние подростки к переноске тяжестей не допускаются. Запрещается привлекать молодежь до 18 лет к работам в ночное время, сверхурочно, в выходные и

праздничные дни. Для подростков введена сокращенная рабочая неделя. Для лиц от 15 до 16 лет рабочая неделя составляет 24 ч, для лиц от 16 до 18 лет — 36 ч. При этом их заработная плата соответствует выплаченной за полный рабочий день. Несовершеннолетние имеют льготы и при получении ежегодных отпусков: администрация обязана предоставлять им отпуска летом или в любое другое время года по их желанию продолжительностью в один календарный месяц.

Испытательный срок при приеме на работу несовершеннолетних не устанавливается. Увольнение рабочих и служащих, не достигших 18 лет, не допускается без согласия комиссии по делам несовершеннолетних при райисполкоме.

Большие льготы имеют рабочие и служащие, совмещающие работу с обучением в вечерних, заочных высших и средних учебных заведениях. Ежегодно им предоставляются оплачиваемые отпуска для выполнения лабораторных работ, сдачи зачетов и экзаменов. 50% стоимости проезда к месту нахождения учебного заведения и обратно оплачивается администрацией предприятия, где работает учащийся. Студенты и учащиеся выпускного курса имеют право на один свободный рабочий день в неделю, который оплачивается в размере 50% от дневного заработка.

За нарушение норм и правил по охране труда согласно действующему законодательству виновные лица могут привлекаться к общественной, дисциплинарной, административной и уголовной ответственности. Товарищеский суд на предприятии может обязать виновного принести публичное извинение потерпевшему или коллективу, объявить общественный выговор или порицание, наложить денежный штраф, поставить перед руководителем предприятия вопрос о переводе виновного на нижеоплачиваемую работу на определенный срок или о понижении в должности.

Уголовная ответственность предусматривается в тех случаях, когда нарушения законодательства по охране труда содержат признаки преступного действия.

§ 100. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ САНИТАРИИ

Каждый работник должен знать правила техники безопасности. В процессе любых работ необходимо выполнять следующие требования: не стоять под поднятым грузом; не прикасаться к движущимся частям работающих машин; не работать у движущихся или вращающихся частей машин и механизмов, если они не защищены предохранительными сетками (или щитками); не прикасаться к зажимам и электропроводам общего освещения, опорам контактной сети и другим электротехническим устройствам, обслуживание или ремонт которых не входит в обязанности, возложенные на работающего; при работе вне помещений внимательно следить за сигналами, подаваемыми водителями транспортных средств (автомашин, автокаров и т. д.), и выполнять их требования. Запрещается

прикасаться к оборванным проводам линий электропередачи, сети освещения или другим проводам неизвестного назначения независимо от того, касаются они земли или заземленных конструкций или нет. При обнаружении таких проводов необходимо принять меры, чтобы к ним никто не подходил на расстояние ближе 10 м, и сообщить о случившемся ответственному лицу. Если работник оказался на расстоянии менее 10 м от упавшего провода, необходимо выходить из этой зоны маленькими шагами (шаг не более 0,1 м).

Для работы на высоте более 1,5 м используют подмости или переносные лестницы. Настил подмостей должен иметь ровную поверхность шириной не менее 1 м, а при высоте настила более 1,1 м от уровня пола подмости следует оборудовать перилами высотой не менее 1 м. Общая длина (высота) переносной лестницы должна обеспечивать работникам возможность производить работы, стоя на ступеньке, находящейся на расстоянии не менее 1 м от верхнего конца лестницы. Наибольшая длина переносных лестниц не должна превышать 5 м. При обслуживании аппаратуры городских и междугородных телефонных станций не разрешается пользоваться металлическими раздвижными лестницами (стремянками). Перемещаться с грузом по переносной лестнице или находиться на ней одновременно двум работникам запрещается. Нельзя подбрасывать материалы или инструменты работнику, находящемуся на лестнице. Их поднимают в сумке (ведре) с помощью веревки. Запрещается класть инструменты и материалы на ступени лестницы, их нужно держать в специальной сумке.

Нельзя пользоваться инструментом, имеющим заусенцы, выбоины, трещины, расколотые ручки и др. Если при выполнении работы отлетают твердые частицы (пробивка шлямбуром отверстий, обработка металлических деталей с помощью зубил и т. п.), работник должен надеть очки с небьющимися стеклами. Гаечный ключ должен быть подобран по размеру гайки и головки болта. Нельзя применять прокладки между гранями гайки или головки болта и зевом ключа, а также удлинять ключ, присоединяя к нему трубу или другие предметы.

Все предприятия связи строятся в соответствии с требованиями Санитарных норм проектирования промышленных предприятий — СН 245—71. Расстояния между производственными зданиями должны обеспечивать нормы естественного освещения с учетом затенения окон противостоящими зданиями. Двор предприятия связи устраивают достаточно просторным, чтобы в нем могли свободно маневрировать транспортные средства. Для пешеходов делают специальные асфальтированные или мощеные дорожки шириной не менее 1,2 м. Предприятия связи оборудуются различными вспомогательными помещениями: гардеробными, столовыми, буфетами, комнатами для приема пищи, душевыми, комнатами гигиены женщин, туалетами, комнатами отдыха и др. Если на предприятии трудятся более 300 человек, организуется здравпункт.

На каждого работающего должно приходиться не менее 4,5 м² площади и 15 м³ объема помещения. Рабочее место устраивается таким образом, чтобы создать максимальные удобства для работающего и не нарушать технологических процессов.

Большое влияние на психофизиологическое состояние человека на производстве оказывает цвет. Правильно подобранное цветовое оформление рабочих мест, а также инструментов улучшает настроение, повышает работоспособность. Установлено, что красные, оранжевые тона вызывают возбуждение нервной системы, учащение пульса, повышение кровяного давления. Синий, голубой, зеленый тона действуют успокаивающе, уменьшают зрительную утомляемость, у человека замедляется пульс, понижается кровяное давление. Неяркие желтые тона вызывают ощущение теплоты, голубые — прохлады. Фиолетовый цвет раздражает и действует угнетающе. Поэтому характер производства и рабочих операций определяет окраску оборудования и рабочего места. Если выполняемая работа является монотонной, требующей постоянного напряжения, то рекомендуется зеленая, сине-зеленая гамма цветов. Если выполняемая работа связана с периодической умственной или физической нагрузкой, предпочтительнее использовать оттенки теплых тонов — желтые, бежевые.

Цвет используется также в качестве предупредительного сигнала о возможной опасности. Согласно ССБТ в красный цвет окрашиваются аварийные кнопки «Стоп», ручки, краны, с помощью которых включаются агрегаты, машины и т. д., в оранжевый — движущиеся части машин.

В соответствии с санитарными нормами и правилами много внимания уделяется освещению производственных помещений и рабочих мест. Для общего освещения производственных помещений используются люминесцентные лампы, так как спектральный состав излучаемого ими света наиболее близок к естественному. Выбор типа светильников, их взаимного расположения основывается на принципе создания достаточной освещенности на рабочих местах. Существуют нормы освещенности, установленные для помещений и рабочих мест предприятий связи.

Во время работы различных электрических машин, трансформаторов, телеграфных аппаратов, вентиляционных установок и других устройств возникают шумы, которые не должны превышать нормы. На предприятиях связи в соответствии с Ведомственными нормами установлены предельно допустимые уровни шума на рабочих местах, порядок их измерения и мероприятия по снижению.

§ 101. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

Воздействие электрического тока может вызвать поражение в виде электрических травм или электрических ударов. Оба вида часто сопутствуют друг другу.

При электрической травме возникает местное повреждение кожи, мягких тканей, связок или костей. Вследствие теплового дей-

ствия тока может произойти электрический ожог кожи и возникнуть электрический знак. Электрический знак представляет собой поражение кожного покрова, которое выглядит как округлые пятна серого или бледно-желтого цвета. Участок кожи, пораженный электрическим знаком, затвердевает подобно мозоли. В результате проникновения в глубь кожи частиц металла, расплавленного действием электрического тока, возможна металлизация кожи. При этом в тканях разлагается органическая жидкость, что придает пораженному участку кожи специфическую окраску.

При электрических ударах возникают судорожные непроизвольные сокращения мышц, которые могут привести к гибели даже при отсутствии электрических травм. Электрические удары могут вызвать сердечно-сосудистые и нервные заболевания, проявляющиеся спустя несколько часов, дней и даже месяцев.

Последствия от поражения электрическим током во многом зависят от пути, по которому прошел ток в теле пострадавшего. Наибольшую опасность оказывает ток, прошедший через сердце, головной или спинной мозг, легкие. Самыми распространенными путями тока в теле человека являются: рука — рука, правая рука — ноги, левая рука — ноги, нога — нога, голова — ноги и голова — руки. Наиболее опасными являются пути голова — рука и голова — ноги (путь тока через мозг), наименее опасным — нога — нога. Наиболее уязвимыми местами на теле человека, прикосновение к которым даже при очень малых токах и напряжениях может вызвать смертельный исход, являются участок на руке выше кисти, шея, висок, спина, передняя часть ноги и плечо.

Степень поражения электрическим током зависит от эмоционального состояния человека, а также от состояния кожи. Прикосновение к токопроводящей части влажной рукой возбужденного человека может иметь более серьезное последствие, чем сухой рукой того же человека в спокойном состоянии.

Профилактические работы и текущий ремонт электрооборудования должны производиться с полным отключением напряжения. Без снятия напряжения в порядке текущей эксплуатации могут выполняться следующие работы: уборка помещения, чистка и обтирка кожухов и корпусов усилительного оборудования; с частично снятым напряжением — регулировка и смена искровых разрядников.

Во всех служебно-технических помещениях телефонных станций и усилительных пунктов для местного освещения оборудования, переносных ламп, электропаяльников и электроинструмента должно применяться напряжение не более 42 В. Для стационарного освещения допускается в виде исключения применять напряжение до 220 В с использованием светильников специальной конструкции, исключающей возможность прикосновения к токопроводящим частям.

Все распоряжения, касающиеся включения и выключения напряжения питания, а также фактическое время включения и вы-

ключения напряжения, должны быть записаны в журнале работ станции или усилительного пункта.

На ключах, рубильниках или кнопках дистанционного питания должны быть повешены плакаты с надписью «Не включать — работают люди!» Снять плакат и включить напряжение может только лицо, повесившее плакат (или заменяющее его по смене), после получения сообщения об окончании работ.

Отсутствие напряжения проверяют вольтметром или индикатором напряжения с неоновой лампой. Нельзя проверять наличие напряжения телефоном (наушниками) или рукой.

Запрещается касаться свободной рукой металлических частей оборудования при замене сигнальных ламп (на коммутаторах, стативах и т. п.).

Аварийные работы могут производиться и на неотключенном оборудовании, но не менее чем двумя лицами. При этом следует работать в диэлектрических галошах или стоя на диэлектрическом коврике, инструментом с изолированными ручками.

Для защиты персонала, обслуживающего электроустановку, от поражения электрическим током служат изолирующие защитные средства: при напряжении до 1000 В — диэлектрические перчатки, монтерский инструмент с изолирующими ручками, указатели напряжения; при напряжении выше 1000 В — изолирующие и измерительные штанги, изолирующие лестницы и другие устройства и приспособления. К дополнительным изолирующим средствам при напряжении до 1000 В относятся диэлектрические боты и галоши, резиновые коврики и дорожки; при напряжении выше 1000 В — диэлектрические перчатки, боты, коврики, а также изолирующие подставки.

Во время работы на установках, находящихся под напряжением, работающий должен надеть диэлектрические галоши или стоять на изолирующем основании, он должен иметь головной убор и опущенные застегнутые рукава одежды. Заземление монтерского инструмента не допускается.

При пользовании переносными ручными электроинструментами и электроприборами, работающими под напряжением 127/220 В, их корпуса заземляют. У всех ручных электроинструментов периодически проверяют состояние изоляции проводов; ручки электроинструментов тщательно изолируют.

К защитным средствам относятся также переносные временные и постоянные ограждения, щиты, изолирующие колпаки, временные заземления и предупредительные плакаты.

Ограждения в виде сплошных или решетчатых деревянных щитов и ширм устанавливают на расстоянии не менее 0,3—0,5 м от токопроводящих частей. Переносные временные заземления применяют для защиты от поражения током при случайном появлении напряжения на отключенных токопроводящих частях аппаратуры. При этом также вывешивается плакат «Не включать — работают люди!».

При поражении электрическим током спасение пострадавшего в большинстве случаев зависит от того, насколько быстро он будет освобожден от тока и как скоро ему будет оказана правильная первая помощь. Никогда не следует отказываться от помощи пострадавшему даже тогда, когда у него отсутствуют признаки жизни (нет дыхания и пульса). Только врач может решить вопрос о бесполезности усилий по оживлению пострадавшего и дать заключение о его смерти. До начала оказания первой помощи пострадавшего следует освободить от воздействующего напряжения — отключить установку или разорвать цепь тока. При невозможности быстрого отключения установки, которой касается пострадавший, необходимо отделить его от токоведущих частей. Для этого можно пользоваться любыми непроводящими ток предметами (палка, сухая доска, веревка и т. д.) или диэлектрическими средствами защиты.

Меры первой помощи зависят от состояния пострадавшего. Если он находится в сознании, но до этого был в обморочном состоянии или длительное время находился под током, то ему до прибытия врача необходимо обеспечить полный покой. В случае остановки сердца и прекращения дыхания надо принять меры оживления организма: провести искусственное дыхание и массаж сердца.

§ 102. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Большую пожарную опасность представляют собой аккумуляторные помещения. Поэтому все электрическое оборудование в них должно быть во взрывозащищенном исполнении. Переносное электрооборудование должно иметь герметическую арматуру и провода, заключенные в резиновый шланг. Напряжение переносного электрооборудования (паяльников и т. п.) не должно превышать 36 В.

Особо осторожно следует обращаться с бензиновой паяльной лампой. Категорически запрещается доливать бензин в горячую лампу, чрезмерно накачивать в нее воздух, разжигать паяльную лампу в непосредственной близости от телефонных установок.

В регулировочных помещениях, в которых практикуется промывка деталей и приборов бензином, курить и пользоваться открытым огнем воспрещается. В помещении регулировочной может находиться только суточный запас бензина, предназначенный для чистки деталей и приборов. Бензин должен храниться в плотно закрытых сосудах в металлическом ящике.

Для тушения пожаров применяют воду, растворы, пену, газовые составы, порошки. Вода является наиболее дешевым и распространенным средством тушения пожаров. Ее используют в чистом виде и с различными химическими добавками. Однако ею нельзя пользоваться для тушения пожаров объектов, оборудование которых находится под напряжением. В этом случае применяют песок или порошковые составы в сочетании с распыленной водой и пенными средствами тушения. Для тушения пожара в аккумуляторном помещении используют порошковые и углекислотные огнетушители.

По виду используемого средства тушения различают пенные, газовые и порошковые огнетушители.

В химических пенных огнетушителях огнетушащее вещество образуется в результате химической реакции. Чтобы привести его в действие, необходимо поднять вверх рукоятку, открывающую клапан, и опрокинуть огнетушитель крышкой вниз. При работе огнетушителя следует избегать попадания пены на открытые поверхности тела. Если же это случится, следует быстро смыть пену чистой водой. Выпускается три вида химических пенных огнетушителей: ОХП-10, ОП-М и ОП-9М.

В углекислотных и воздушно-пенных огнетушителях огнетушащее вещество подается под давлением рабочего газа. Воздушно-пенные огнетушители предназначены для тушения загораний различных веществ и материалов, за исключением щелочных металлов, веществ, горящих без доступа воздуха, и электроустановок. Различают ручные ОВП-5, ОВП-10 и стационарные ОВПС-250 воздушно-пенные огнетушители.

Ручные углекислотные огнетушители ОУ-2, ОУ-5 и ОУ-8 предназначены для тушения загораний различных веществ, за исключением тех, которые могут гореть без доступа воздуха, и электроустановок, находящихся под напряжением.

Для тушения загораний легковоспламеняющихся жидкостей, твердых веществ, электроустановок, находящихся под током, а также материалов (кроме щелочных металлов и кислородсодержащих веществ) применяются аэрозольные ОА-1, ОА-3 и углекислотно-бромэтиленовые ОУБ-3, ОУБ-7 огнетушители. Для этих же целей, включая тушение щелочно-земельных металлов, применяют порошковые огнетушители ОП-1, ОПС-6 и ОПС-10.

Для быстрого сообщения о возникшем пожаре применяется автоматическая пожарная сигнализация, в которую входят аппаратура обнаружения пожара (пожарные извещатели), система связи, световая и звуковая сигнализация. Автоматические пожарные установки, кроме того, обеспечивают автоматическое включение средств пожаротушения.

Для противопожарной защиты обслуживаемых телефонных станций в помещениях устанавливают углекислотные огнетушители из расчета один огнетушитель на 25 м² площади технического помещения, а также ящики с песком, шерстяными и суконными одеялами и телефоны прямой связи с городской пожарной станцией.

Контрольные вопросы

1. Какие правила техники безопасности необходимо выполнять при работе на высоте?
2. Какие работы производятся со снятием и без снятия напряжения?
3. Какие огнетушительные средства вы знаете и как ими пользоваться?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучив данную книгу, вы получили достаточно полное представление об основах связи, телефонных аппаратах, автоматическом коммутационном оборудовании, высокочастотном телефонировании. Кроме того, вы узнали, как эксплуатируются современные междугородные телефонные станции, ознакомились с состоянием техники связи, перспективами ее развития, внедрением аппаратуры с программным управлением и систем с импульсно-кодовой модуляцией.

В дальнейшем эта книга должна помочь вам при решении практических вопросов обслуживания аппаратуры АТС, освоении новой техники, обеспечении ее надежной работы.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Аппаратура сетей связи/Под ред. М. И. Шляхтера. — М.: Связь, 1980.

Волковинский Л. М. и др. Железнодорожная телефонная сеть. — М.: Транспорт, 1977.

Гроднев И. И., Грызлов А. Ф. Линейные сооружения многоканальной электросвязи. — М.: Связь, 1979.

Дурнев В. Г., Стандрик В. Д. Основы многоканальной связи. — М.: Связь, 1977.

Зингеренко А. М. и др. Многоканальная электросвязь. — М.: Связь, 1980.

Зингеренко А. М., Баева Н. Н., Тверецкий М. С. Системы многоканальной связи. — М.: Связь, 1982.

Розенштейн И. И., Портнов М. П. Междугородные телефонные станции. — М.: Радио и связь, 1982.

Шокина Л. Г. Охрана труда на предприятиях связи. — М.: Радио и связь, 1983.

Эксплуатация междугородных телефонных станций/Под ред. Е. Я. Герчикова. — М.: Радио и связь, 1983.

ОГЛАВЛЕНИЕ

85 коп.

С.М. Пеленов, С.С. Косенко